

aarde & kosmos

10e jaargang, no.4
juli/augustus 1983
f9,95/196BF

WAARIN OPGENOMEN

lucht- & ruimtevaart

tijdschrift voor wetenschap, natuur en techniek

VARROA-MIJT BEDREIGT HONINGPRODUKTIE

DE DAG DAT DE ZON VERBLEEKTE

OORLOG IN DE RUIMTE?

LUCHTSTUNTEN MEER DAN BRAVOUR

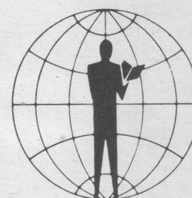
Satellietkaart van Nederland

Sinds 1972 wordt ons land regelmatig gefotografeerd door Landsat-kunstmanen. Uit vier opnamen, gemaakt op 1 en 2 november 1980 is nu een groot formaat fotokaart in vier kleuren samengesteld, waarop Nederland en België tot de lijn die over Luik en Brussel loopt, te zien zijn, zonder dat er één wolkje boven het land hangt. De kaart is geproduceerd door het ITC en het NLR en uitgegeven door Malmberg in Den Bosch. Er is een nieuwe bewerkingstechniek gebruikt die kleuren heeft opgeleverd die dichter bij de werkelijkheid komen dan de "valse kleuren" die we gewoonlijk op Landsat-opnamen zien. De kaart bezit een schaal van 1:275.000 en meet 94x123 centimeter. Door dat grote formaat konden zeer veel details in de opname weergegeven worden. Hij is uitgevoerd op zwaar papier, gevat in twee plastic rails en opgerold in een stevige kartonnen koker. Er zit een toelichtend boekje van 16 pagina's bij.

De kaart kan besteld worden onder nummer **80-56**. De prijs is 49,50, dat is inklusief de koker en de verzendkosten. Bestellen door het genoemde bedrag over te maken op giro 636150 t.n.v. Mens en Vrijetijd te HuizenNh.







Bij de voorplaat
De Nederlandse bij wordt in zijn bestaan bedreigd door de Varroa-mijt. Dat is een parasiet die leeft van het bloed van de bijen. Daardoor raken de bijen verzwakt en vatbaar voor ziekten. In West-Duitsland en Oost-Europa heeft de Varroa-mijt al ware slachtingen onder bijenvolken aangericht. De mijt staat nu voor onze landsgrenzen. Zal hij bij ons ook zo toeslaan en zal daardoor de produktie van Nederlandse honing in gevaar komen? De imker op onze foto laat de honingraten in een van zijn korven zien. Sterke volken zouden volgens hem een aanval van de Varroa kunnen overleven. Foto Andries C. Sabelis

INHOUD

RUIMTE, STERRENKUNDE

RUIMTEVAART, LUCHTVAART

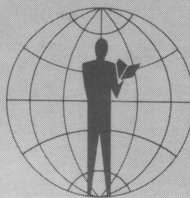
NATUUR, MENS

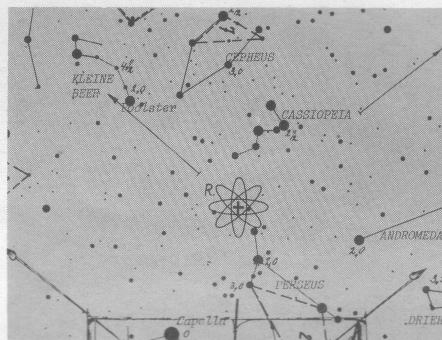
TECHNIEK, ENERGIE

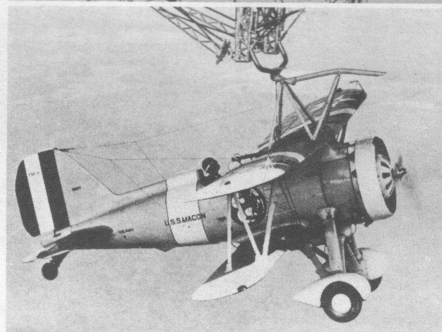
IN DE VOLGENDE A&K

Spacelab de ruimte in
Makrofotografie in de natuur
De tijdrekening van Azteken en Maya's
De biologische klok in de mens

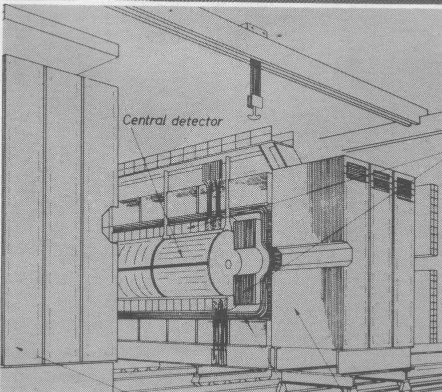
Aarde & Kosmos
waarin opgenomen
Lucht- en Ruimtevaart
een uitgave van de Stichting Mens & Wetenschap











DE STICHTING MENS EN WETENSCHAP heeft ten doel het zo veel en zo breed mogelijk verspreiden van kennis op het gebied van natuur, wetenschap en techniek. Zij doet dit door het redigeren en samenstellen van publikaties, waaronder Aarde&Kosmos, en het bevorderen en ondersteunen van edukatieve aktiviteiten en onderzoek met het doel de kennis op het gebied van natuur, wetenschap en techniek te vergroten.

THE FOUNDATION MAN AND SCIENCE is a nonprofit organisation for diffusing, knowledge regarding nature, science and technology. Diffusing of this knowledge takes place by editing publications (amongst which Aarde&Kosmos) and by stimulating and supporting educational activities and research projects extending knowledge of nature, science and technology.

UITGEVER: stichting Mens en Wetenschap

HOOFDREDAKTIE: A.C.Sabelis

EINDREDAKTIE: drs.J.J.H.Eggen

MEDEWERKERS:

D.vd.Aart	drs.A.Molkenboer
B.Audenaert	P.Niekerk
J.Beek	L.J.N.Steijn
dr.W.Boland	C.Steijger
P.R.v.Buysen	J.Smekens
K.Elhorst	H.Schouten
H.Engelman	dr.P.v.Tend
drs.G.Kiers	J.Terweij
C.Laban	L.Vanhoeck
G.J.v.Lonkhuyzen	A.J.Zwinenberg

VORMGEVING: A.C.Sabelis

ABONNEMENTEN: voor Nederland 59,50 België 1025 BF. Overig buitenland 85,00.

Opgaven: Aarde&Kosmos, postbus 108, 1270 AC Huizen-Nh.
Opzeggen: 2 maanden vóór afloop termijn.

DRUK: Drukkerij Giethoorn, Meppel.

DISTRIBUTIE NEDERLAND: Betapress B.V., Gilze. Tel.01615-2900

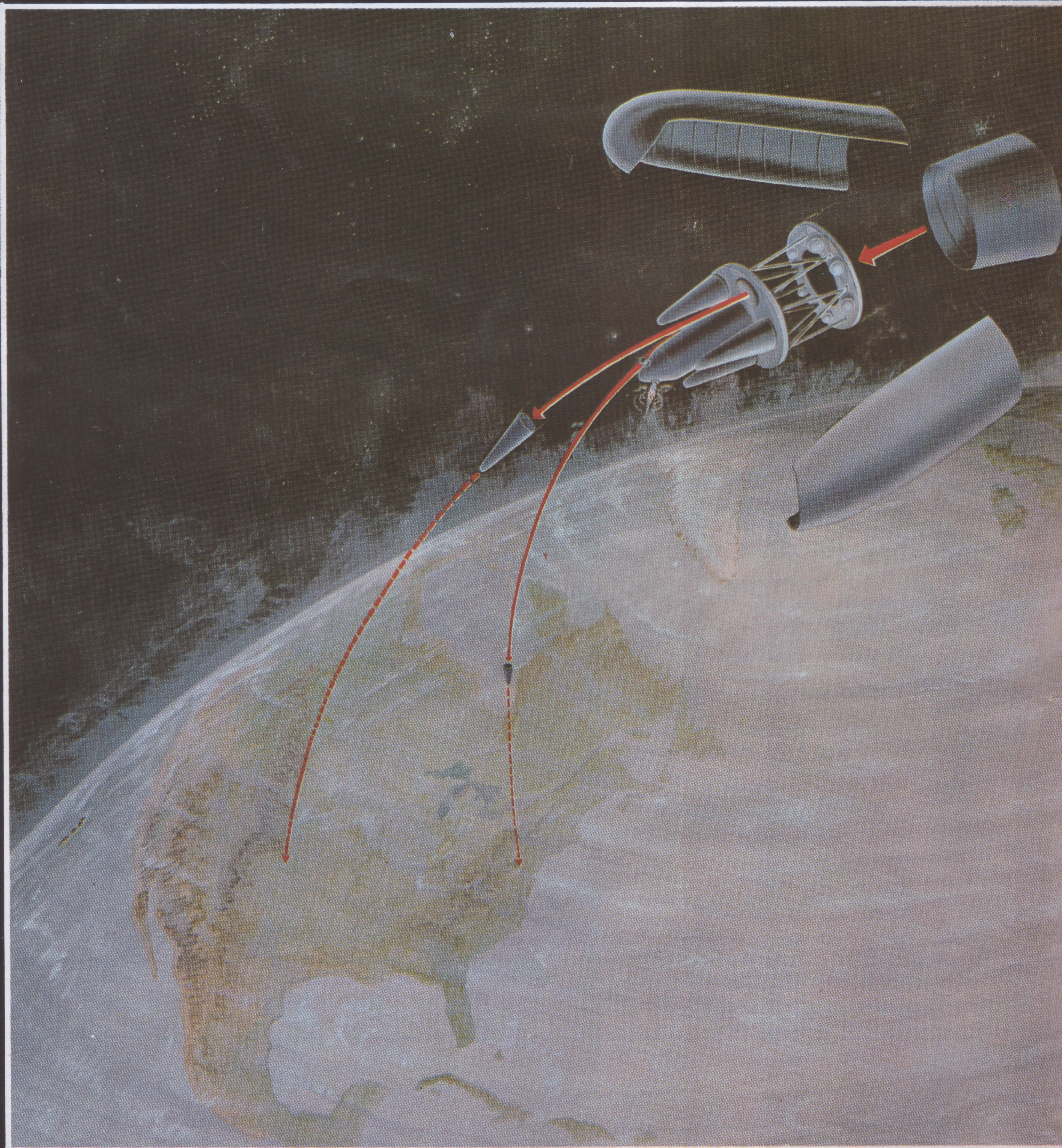
DISTRIBUTIE BELGIE: Ed.Soumillion, Massenetlaan 28; 1190-Brussel. Tel.02/345.91.92. - PR.000-0069021-54.

ADVERTENTIES: Drukkerij Giethoorn, t.a.v. Mw.M.Vanger, Zuideinde 18, 7941 GH Meppel. Tel.05220-70505.

REDAKTIE-ADRES: Postbus 108 - 1270 AC Huizen-Nh; tel.02152-58388. Kantoor: Eemlandweg 5A te Huizen.

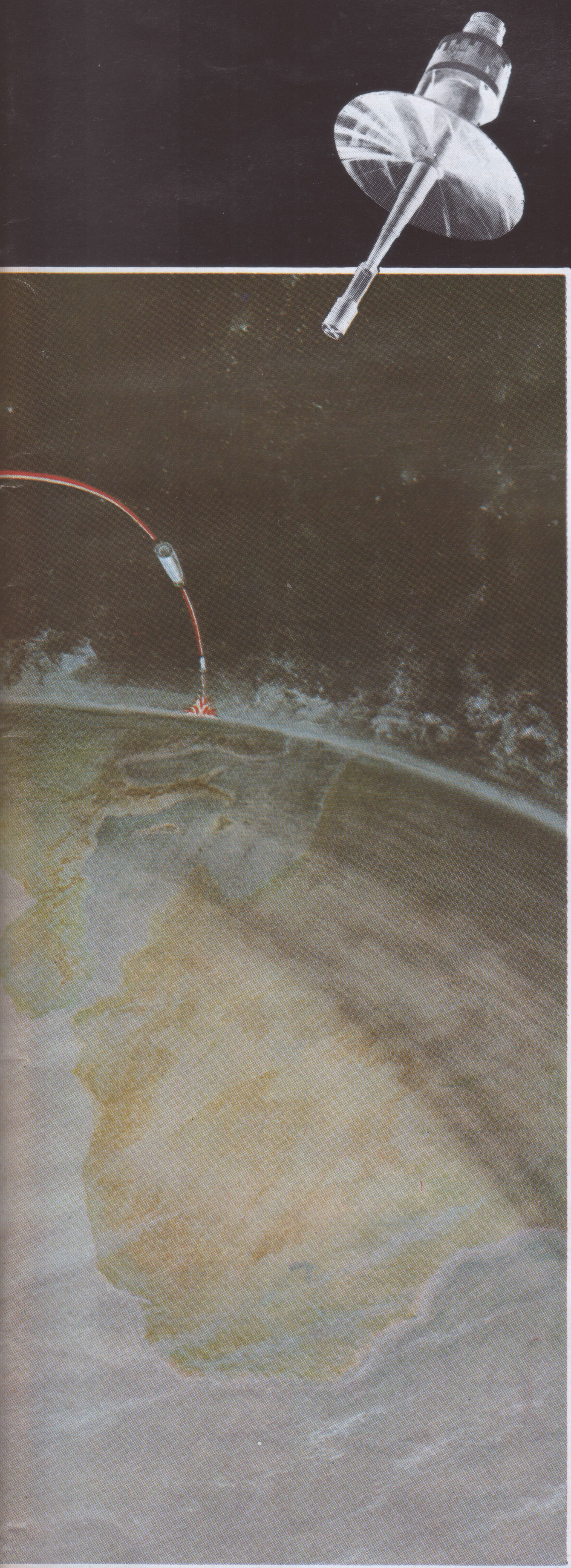
Aarde & Kosmos verschijnt iedere 1e van de oneven maanden.

OORLOG IN DE RUIMTE



GJ van Lonkhuyzen en Huub Eggen

Siso kode 399.25/399.66/659.8



Star wars ideeën, pure science fiction, onmogelijk, absurd en gevaarlijk. Zo reageerden kommentatoren op de toespraak van president Reagan, eind maart. Die toespraak ging over het idee dat in de ruimte het perfekte verdedigingssysteem opgebouwd kan worden. De media reageerden met een stortvloed van artikelen, maar de verwarring werd alleen maar groter. In dit artikel gaan we enige orde in de "ruimte-chaos" scheppen.

Waar gaat het om?

De plaat hiernaast geeft de kern van Reagan's ideeën weer. In zijn toespraak lanceerde hij de gedachte van het perfekte verdedigingssysteem. Dat bestaat uit een reeks laserstations die opstijgende kernraketten binnen acht minuten na de start vernietigen. De afzonderlijke kernkoppen zijn dan nog niet naar hun verschillende doelen afgeschoten. In het geval van een werkelijke aanval zullen enkele duizenden raketten tegelijk gelanceerd worden. Die moeten állemaal uitgeschakeld worden en dat vereist een enorme technische prestatie. Het ontwikkelen van dit systeem gaat naar schatting zo'n 200 miljard dollar kosten! De vraag rijst of dit plan politiek en technisch haalbaar is. Als het aan Reagan ligt, zou het er voor het eind van deze eeuw moeten zijn.

"Ik doe een beroep op de wetenschappelijke wereld, die ons kernwapens gaf, om haar grote talenten nu in dienst te stellen van de wereldvrede: om ons de middelen te geven die deze kernwapens nutteloos maken." Deze zin vormde de kern van een toespraak die de Amerikaanse president op 23 maart van dit jaar hield. Er kwam een storm van reakties op, maar die storm ging ook opvallend snel weer liggen. Het leek alsof het om niet meer dan een politiek woordenspelletje ging. Star wars ideeën noemde men de opvattingen die Reagan uitsprak, science fiction en volslagen onhaalbaar. Toch lanceerde Reagan een nieuw idee, dat frappant genoeg inderdaad aan de film Star Wars doet denken. De oppervlakkige kijker naar die film werd onthaald op een spektakel van zoevende ruimteschepen, dodende stralen en meer van dat soort technische hoogstandjes. Het verhaal van Star Wars ging in werkelijkheid echter om "the force", en die kracht -goed in de figuur van Luke Skywalker en slecht in Darth Vader- is een machtselement. Wie dan even terugkijkt naar de militaire geschiedenis van onze wereld sinds de Tweede Wereldoorlog, ontdekt al gauw dat de generaals in Oost en West alsmaar op zoek zijn naar die "kracht". In NAVO-kringen heeft dat uitdrukking gevonden in "massive retaliation" (de grootscheepse vergelding), "flexible response" (het aangepaste antwoord) en "mutually assured destruction" (de wederzijds gegarandeerde vernietiging). Dat waren achtereenvolgende strategieën die oorlog moesten voorkomen door je zo sterk mogelijk te maken. Of die strategieën ook echt gewerkt hebben, is een vraag die voor eeuwig onbeantwoord moet blijven. Het feit dat we in Europa sinds 1945 geen oorlog meer hebben gehad, bewijst niet dat we zonder die strategieën wel oorlog zouden hebben gehad. Wel is duidelijk dat elk van de strategieën na verloop van tijd geen geruststelling meer bood en vervangen werd door de volgende.

De grootschalige vergelding leidde alleen maar tot grootschalige vernietigingswapens. Het aangepaste antwoord deed de wapens voor beperkte akties terugkomen, zonder dat de grootschalige wapens en daarmee de dreiging van een alom vernietigende slag werden verlaten. De wederzijds gegarandeerde vernietiging leidde tot verdere ontwikkeling van grootschalige wapens. Raketten met een meervoudige last aan kernkoppen werden ontwikkeld, die hun doel via de ruimte moeten bereiken. Dat is de aanzet tot oorlogsvoering via en in de ruimte.

De huidige situatie wordt gezien als een patstelling. Reagan wil die doorbreken met zijn idee dat eigenlijk neerkomt op wederzijdse gegarandeerde wapenvermindering. Dat is namelijk het resultaat wanneer een perfekte verdediging aanvalswapens zinloos en daarmee overbodig maakt. In de praktijk ligt het allemaal niet zo eenvoudig. Bij alle vorige strategieën kon men steeds beluisteren dat de tegenstander weleens bang zou kunnen worden dat de nieuwe militaire technologie hem machteloos zou maken. Dat zou er toe kunnen leiden dat hij besluit toe te slaan voordat het zover is. Dat argument geldt nu ook. Als de Amerikanen echt zouden gaan werken aan een perfekt verdedigingssysteem, dan heeft de tegenstander er alleen maar belang bij te zorgen dat het systeem er niet komt, of niet kan funktioneren.

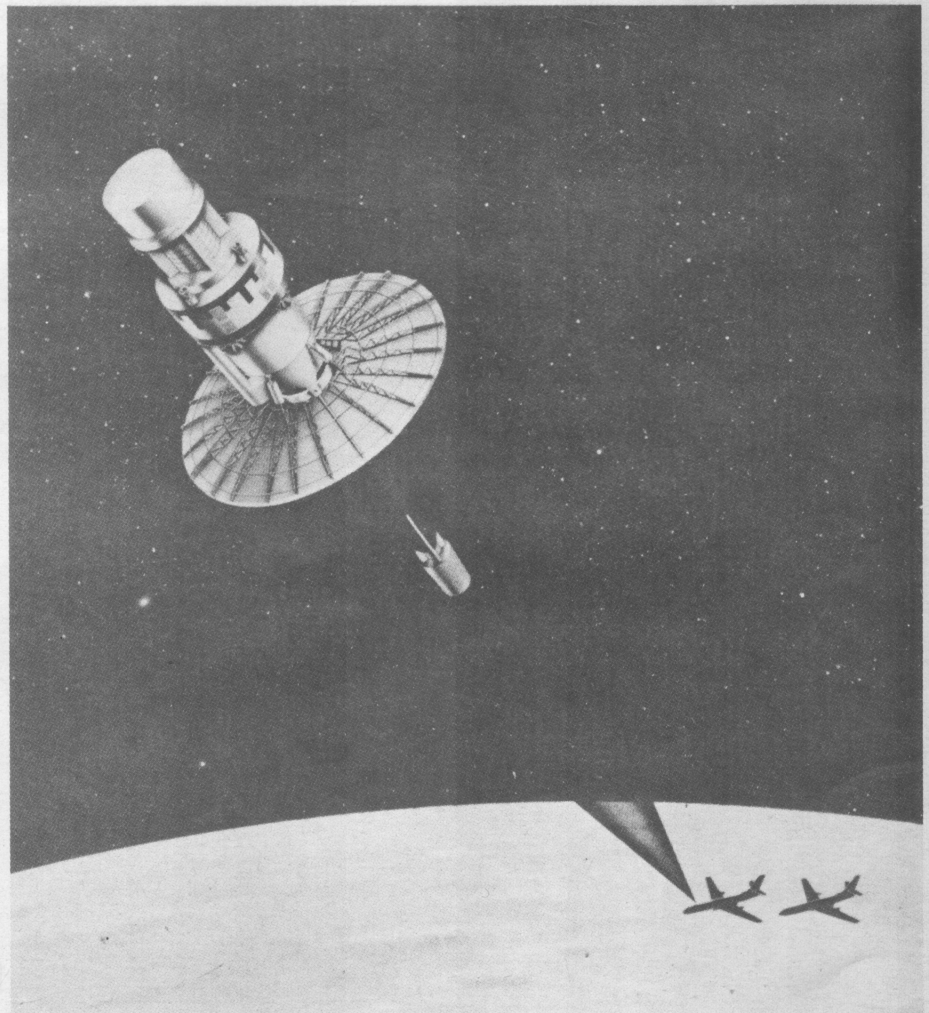
Volop onderzoek

Misschien is het daarvoor echter al te laat. Niemand heeft nog echt bruikbare wapens in de ruimte, maar iedereen is druk bezig met de voorlopers ervan te ontwikkelen en te beproeven. De Russen hebben al geëxperimenteerd met jacht-satellieten (de zogeheten "killer"-satellieten) en de Amerikanen hebben al geprobeerd een onbemand vliegtuig met een laserstraal neer te halen. Van de andere kant hebben Russen en Amerikanen momenteel tal van kunstmanen in bedrijf die niet gehard zijn tegen laserstralen. Ook kan men nog niet vast stellen of een kunstmaan in de ruimte door een vijandelijke kunstmaan is geïnspekteerd. President Reagan heeft enkele maanden geleden een studie laten opzetten (begroting voor 1984 bijna 15 miljoen dollar) om methoden te ontwikkelen die kunstmanen moeten vrijwaren van of beschermen tegen aanvallen door laserwapens. Dat de Sovjet-Unie intussen niet stil zit, kan men rustig aannemen.

De toekomst

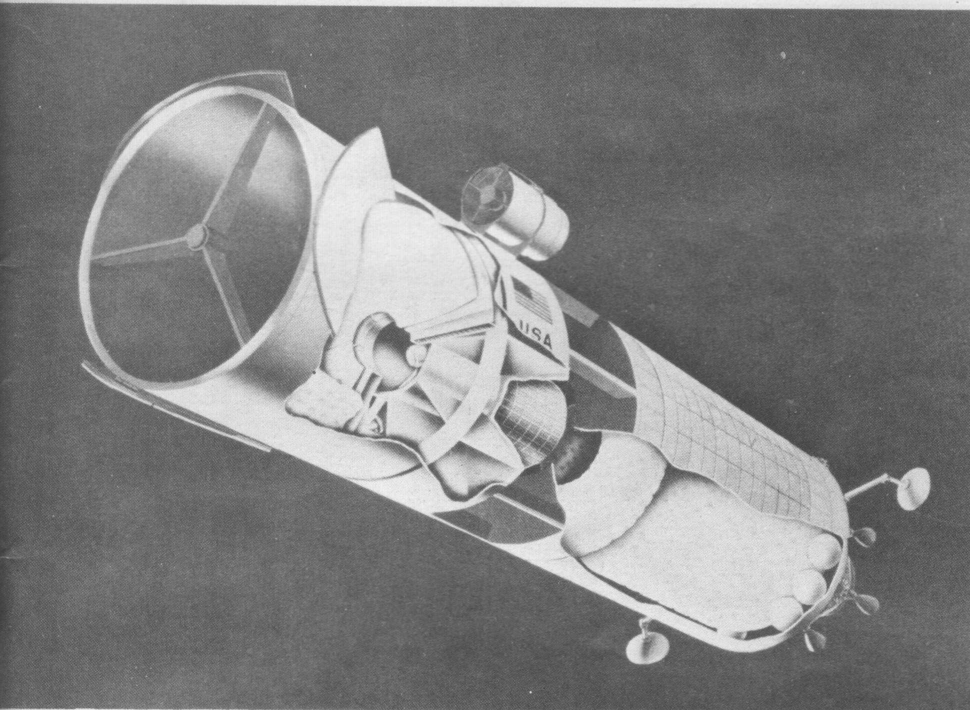
Een waterdicht verdedigingssysteem met het accent in de ruimte, zoals Reagan dat ziet, is voorlopig een toekomstdroom en volgens velen ook niet haalbaar. Heel anders staat het met de wapensystemen op zich. Binnen tien jaar kunnen zowel Russen als Amerikanen een hele reeks systemen in bedrijf hebben. Die zullen echter niet het perfekte systeem zijn en een garantie tégen oorlog zullen ze dan ook niet vormen.

Een ontwerp van een 10 megawatt laser met een spiegel van 10 meter. De laser is van het chemische type. Hij richt zich tegen hoogvliegende vliegtuigen.

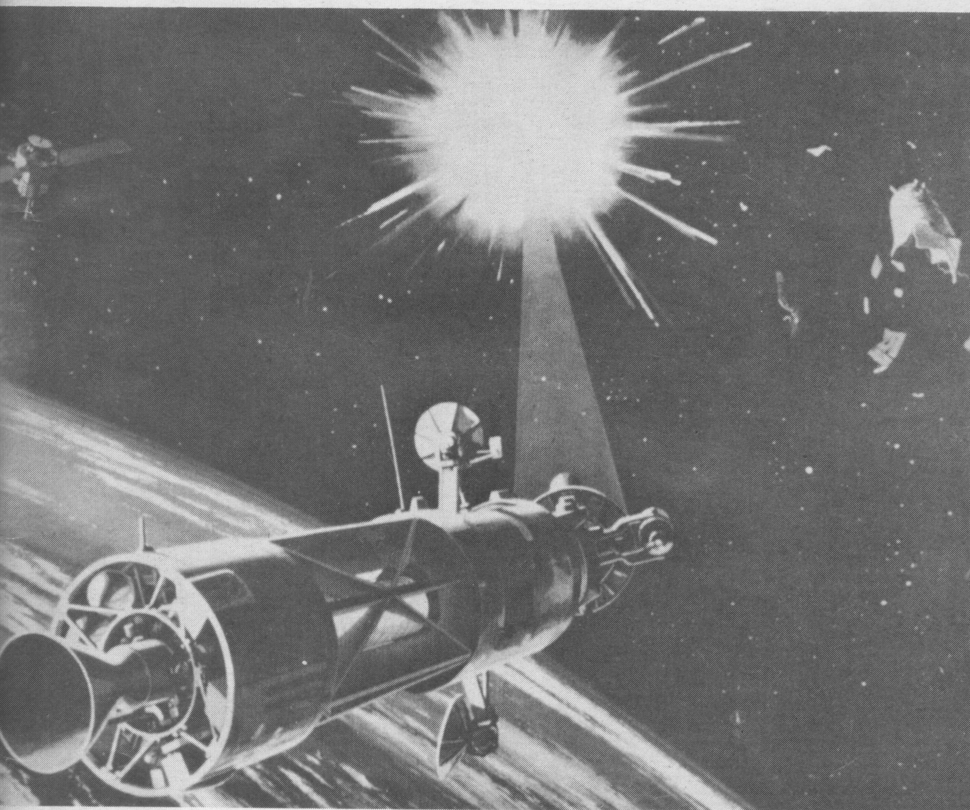


Laserwapens: dodende stralen worden werkelijkheid

Over laserwapens in de ruimte bestaat veel verwarring. Dat komt omdat er heel verschillende soorten wapens mogelijk zijn; elk soort wapen heeft zijn eigen mogelijkheden en beperkingen. Daarnaast wordt ook nog gestudeerd op laserwapens die met laser weinig of niets te maken hebben. Dat wordt duidelijk wanneer we alle bekende feiten op een rijtje zetten.



Een 5 megawatt chemische laser met een spiegel van 4 meter. Het grootste gedeelte van het gevaarte wordt ingenomen door de tanks voor het gas waarmee de laser werkt. Op de laser zit het Talon Gold richtsysteem dat met de Space Shuttle beproefd moet gaan worden.



Oorlog in de ruimte: een 5 megawatt laser schakelt een kunstmaan uit. De 4 meter spiegel is draaibaar gemaakt om het doelwit te kunnen volgen. Technisch zal dat een behoorlijk probleem worden.

Laser heeft een eigenschap die hem als wapen heel aantrekkelijk maakt: zijn straling heeft de snelheid van het licht; afstanden van duizenden kilometers worden in een oogwenk overbrugd. Het nadeel is dat hij zijn doelwit een bepaalde tijd onder vuur moet houden. Dat vereist een uiterste precisie in het opsporen en volgen van het doelwit en dus ook het richten van het laserwapen. Een tweede nadeel is dat luchtmolekulen de laserstraling voor een deel absorberen en verstrooien. Wanneer laser lange afstanden door de dampkring moet afleggen, vermindert zijn werking snel. Dat is de reden dat laserwapens vooral gezien worden als ruimtewapens. Ze kunnen ook ingezet worden tegen hoogvliegende raketten en vliegtuigen, wanneer die op het goede moment worden "bestookt".

Er zijn intussen schattingen gedaan over kosten en afmetingen van laserwapens in de ruimte. Dat hangt allemaal af van het gehanteerde lasersysteem, zoals we dat in het kader bij dit artikel beschreven hebben. De laserwapens die tot nog toe het best onderzocht zijn, moeten een groot aantal voorzieningen bezitten. Zo werken ze met een grote richtspiegel, een hele reeks sensoren (om het doelwit op te sporen en te volgen en na te gaan hoe raak of mis het schot was), een omvangrijk hulpsysteem van komputers en elektronika en in de meeste gevallen een geweldige hoeveelheid brandstof of een groot systeem voor elektriciteitsvoorziening waarmee de laserstraling wordt opgewekt. Alle vereisten samen maken dat de onderzochte laserstations een gewicht van 50 tot 70 ton zouden kunnen krijgen en zo groot als de orbiter van de Space Shuttle kunnen worden. Schattingen zijn dat elk station een paar miljard gulden zou kunnen gaan kosten!

De laser als wapen

Laserstralen richten in de eerste plaats schade aan door warmteproduktie. Daarbij moet de laserstraal meer gekoncentreerde warmte op het doelwit brengen dan waar dat doelwit tegen kan. Nu blijkt dat laserstraling niet al-

tijd effektief is. Afhankelijk van de golflengte van de laserstraling, het materiaal van het doelwit en de toestand van het oppervlak van dat doelwit, wordt een deel van de opvallende laserstraling weerkaatst. Een bundel infrarode laserstraling wordt door een glad gepolijst aluminium oppervlak voor 96% weerkaatst! Slechts 4% van de bundel heeft dan effekt. In het algemeen geldt dat goed gepolijste, dus spiegelende oppervlakken laserstraling in het infrarood en het zichtbare licht voor meer dan 90% weerkaatsen. Wat dat betreft werkt de laser dus niet erg effektief. In het ultraviolet verandert dat aanzienlijk. Dan wordt minder dan de helft van de opvallende straling weerkaatst. Tegelijk heeft ultraviolette laserstraling nog het voordeel dat de stralingsbundel nauwer is dan bij langere golflengten en daarom beter gericht kan worden. De technologie van de ultraviolet-laser staat echter nog maar in de kinderschoenen, terwijl de lasers met langere golflengten veel verder ontwikkeld zijn.

Zoals gezegd is het eerste effekt van de laserstraal oververhitting. De mate waarin die oververhitting bereikt wordt hangt af van de kwetsbaarheid van het doelwit. Een paar voorbeelden. De elektronische circuits van een onbeschermde kunstmaan kunnen misschien uitgeschakeld worden wanneer de satellieten een paar minuten onafgebroken door een laserbundel wordt beschenen die een intensiteit heeft van maar een paar watt per vierkante centimeter. Dat is ruwweg tien keer de intensiteit van de zonnestraling aan de buitenkant van onze dampkring. Wanneer een metalen oppervlak van een paar millimeter dik één sekonde lang duizend watt per vierkante centimeter te verduren krijgt, smelt het. Voor zo'n energiestoot zou een infraroodlaser echter elke sekonde ongeveer 20.000 watt per vierkante centimeter moeten produceren. Het overgrote deel van de straling wordt immers weerkaatst. Nu zijn de meeste oppervlakken van kunstmanen en zeker van raketten niet erg spiegelend, maar toch voldoende om infrarode laserstraling niet zo erg effektief te laten zijn.

Laserpulsen

Het effekt van de laser wordt beter wanneer de straling niet in een voortdurende stroom wordt geproduceerd, maar in heel korte stootjes. Elke puls zou dan heel even voor een intensiteit van bijvoorbeeld een miljoen watt per vierkante centimeter kunnen zorgen. Een pulserende laserstraal zou een spiegelend oppervlak snel dof maken, waardoor geleidelijk aan meer energie in het doelwit wordt opgenomen. Met een pulserende laserstraal kan daarom in principe een gat in een spiegelend oppervlak

De werking van laser

Het principe van laser werd al in 1917 door Albert Einstein beschreven. Heel globaal gezegd komt het opwekken van laserstraling op het volgende neer. Men moet elektronen hebben die meer energie hebben dan in hun gewone toestand. In de regel zullen die elektronen in molekulen zitten, maar men kan ook met elektronen alleen werken. Elektronen met een "teveel" aan energie hebben altijd de neiging dat teveel af te geven in de vorm van straling. Wanneer men nu kans ziet alle elektronen dezelfde energiesprong naar beneden te laten maken, is het resultaat een straling die keurig op één bepaalde golflengte zit. De energie komt vrij in de vorm van fotonen (energiepakketjes) die allemaal precies dezelfde eigenschappen hebben. De uitgezonden fotonen gaan in het gas molekulen stimuleren om een extra foton met precies dezelfde eigenschappen af te geven. Dat is het begin van een zichzelf versterkend proces waarbij het gas meer en meer straling gaat uitzenden. Al die straling zit keurig op één golflengte. Er ontstaat een bundel intense straling. Wanneer men de fotonen uit die bundel tussen twee spiegels heen en weer laat reizen, stimuleren ze steeds meer molekulen tot het afgeven van een foton. Alleen de fotonen die werkelijk loodrecht tussen de spiegels heen en weer bewegen, blijven in de bundel laserstraling. Door één van de spiegels voor een deel doorzichtig te maken, kan men de laserstraling naar buiten sturen. De bundel is zeer nauw en keurig evenwijdig. Daardoor wordt hij pas over grote afstand wijder en kan hij veel energie bevatten. Beide eigenschappen maken laserstraling voor wapentoepassing aantrekkelijk.

Er zijn vier typen laser als wapen in studie. De eerste is de chemische laser die in het verre infrarood straalt. Deze laser werkt met twee afzonderlijke elementen of verbindingen die samengebracht worden, waarna ze molekulen van een nieuwe verbinding vormen, met elektronen die een teveel aan energie hebben (in de zogeheten aangeslagen toestand verkeren). Als elementen worden bijvoorbeeld de gassen waterstof en fluor gebruikt, die waterstoffluoride vormen. Door het gas heel ijl te houden, geven de elektronen niet meteen hun energie af, maar wachten daar heel even mee. Daardoor kan de vorming van laserstraling op gang komen. De grondstof voor de laser komt uit een chemische reaktie en daar ontleent dit type zijn naam aan.

In het tweede type, de gasdynamische laser, wordt eerst via verbranding een heet gas gevormd, bijvoorbeeld kooldioxide. Omdat het gas een hoge temperatuur heeft, zijn veel molekulen aangeslagen. Door nu het gas heel plotseling sterk te laten uitzetten, waardoor het sterk afkoelt, krijgen de elektronen niet de kans geleidelijk aan hun teveel aan energie af te geven. Dat wordt even uitgesteld en komt dan snel op gang, met laserstraling als resultaat. Deze straling zit in het nabije infrarood.

Het derde type is de elektronen-ontladingslaser. Daarbij wordt konstant een elektrische stroom door een gas gestuurd. De gasmolekulen raken daardoor aangeslagen en wanneer hun elektronen vervolgens hun teveel aan energie weer uitstralen, is laserstraling het gevolg.

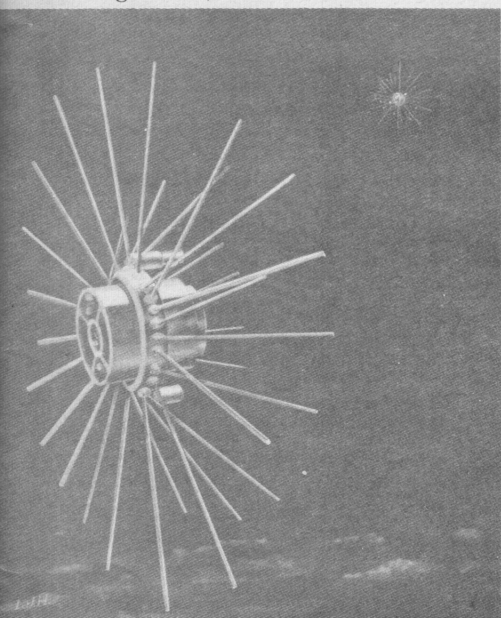
De drie tot nu toe genoemde typen laser werken met een grondstof, die dus moet worden meegenomen, en gezien de hoeveelheden die nodig zijn, moet erg veel worden meegenomen. Alleen het derde type heeft voor zijn werking veel energie (in de vorm van elektriciteit) nodig, de andere twee minder. Alle drie de typen kunnen maar laserstraling van één bepaalde golflengte produceren.

Het vierde type tenslotte verschilt nogal van de voorgaande; het is de vrije-elektronen-laser. Hij werkt alleen met elektronen. Die worden eerst in een speciaal apparaat enorm versneld en vervolgens door een sterk, steeds van richting wisselend magneetveld gejaagd. Daarbij staan ze fotonen af die als laserstraling wordt uitgezonden. Het nadeel van deze laser is dat hij veel energie vreet. Zijn voordelen zijn echter dat hij op elke willekeurige golflengte kan worden ingesteld en dat hij geen "afvalmateriaal", zoals het gas van de andere drie, heeft.

De chemische laser is als systeem al operationeel, de gas-dynamische en de ontladingslaser zijn in ontwikkeling, terwijl de vrije-elektronen-laser nog puur experimenteel is. Hij lijkt echter wel de meest veelbelovende van de vier.

◀ **Lasersystemen zijn onder andere bedoeld tegen raketten met meervoudige kernkoppen. De Amerikaanse filosofie is dat grote militaire kracht de tegenstander voldoende zal afschrikken om iets te ondernemen. De Amerikaanse wapenindustrie, zoals hier het bedrijf AVCO, adverteert daar in de vakpers ook mee.**

Het meest duizelingwekkende idee dat tot nu toe in de reeks ruimtewapens is bedacht, is deze ruimtemijn. Hij wordt ook wel röntgenlaser genoemd, hoewel dat niet terecht is. ▼



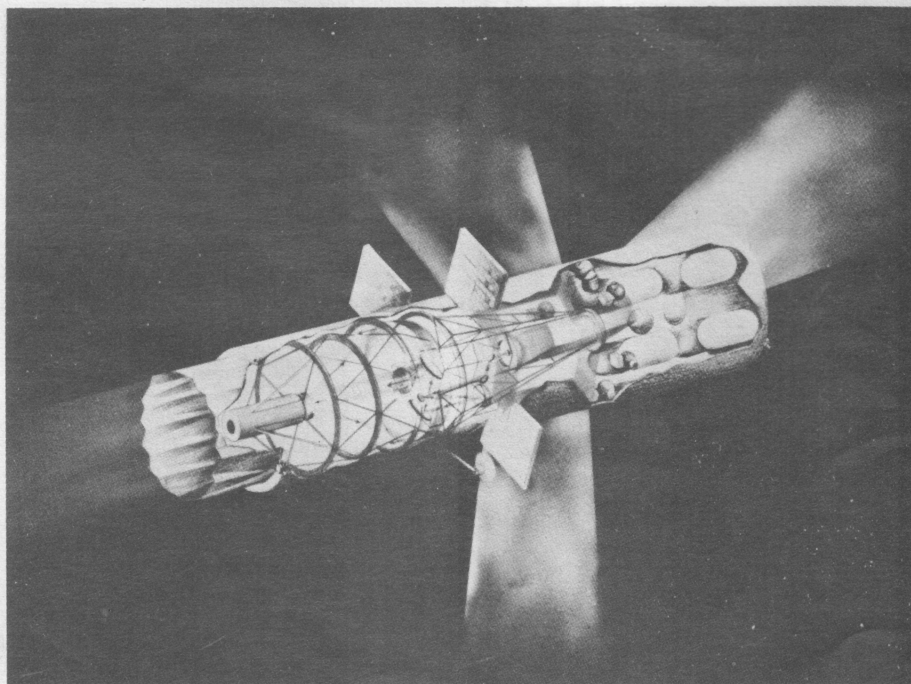
gebrand worden. Een geweldig krachtige pulserende laserstraal zou het metaal aan het oppervlak van het doelwit kunnen verdampen. De verdampende materie schiet dan met grote snelheid weg en dat zorgt voor een druk op het metaal ter plaatse. Berekeningen wijzen uit dat daardoor scheurtjes in het metaal kunnen ontstaan en dat bevordert het vernietigende effekt van de laserstraal.
Eén maatregel hiertegen is meteen denkbaar: breng op het oppervlak een deklaagje aan dat geleidelijk aan verdampt. Die neemt de energie weg en zorgt voor bescherming; de prijs is dat het doelwit er wel zwaarder door wordt. Er zijn nog andere tegenmaatregelen te verzinnen, bijvoorbeeld in het geval van een raket vloeistof uit de neuskegel laten stromen. Dat vormt meteen een wolk om de raket heen en daardoor wordt een deel van de laserstraal tegengehouden. Men zou de neuskegel ook meteen al met een gaswolk kunnen omhullen. Met een uiterst krachtige laserbundel is hier echter ook weer iets tegen te doen. De zeer energierijke laserbundel (intensiteit zo rond 10 miljoen watt per vierkante centimeter) verhit de gaswolk onmiddellijk tot zo'n 6000 °C. De laserstraling wordt daarbij volkomen opgenomen door het gas. De hete gaswolk gaat echter ultravioletstraling uitzenden en zet explosief uit. Dat gezamenlijke effekt van straling met korte golflengte en een schokgolf richt dan dertig procent meer schade aan dan de oorspronkelijk laserstraal. Anderzijds zou door dit effekt de intensiteit van de laserstraal omlaag kunnen, naar zo'n 7 miljoen watt per vierkante centimeter, nog altijd een fabelachtige hoeveelheid.

De militaire praktijk

Tot dusverre is een beetje duidelijk geworden welke faktoren uitmaken of een laserstraal effekt heeft. Het beste is echter een uitgewerkt voorbeeld te geven van een situatie zoals die in de praktijk te verwachten is. De Amerikaanse onderzoeker Kosta Tsipis, die natuurkundig onderzoek aan bewapeningsvraagstukken doet aan het Massachusetts Institute of Technology, gaf in de Scientific American van december 1981 het volgende voorbeeld. Hij beschreef wat er zou gebeuren in het geval van een massale Russische aanval met kernraketten (de situatie van de plaat aan het begin van onze artikelen). Dat is, schreef Tsipis, een heel extreem voorbeeld, maar militair wel het allerbelangrijkste, want het idee van de perfekte verdediging moet zo worden uitgevoerd.
De grote laserkanonnen die tegen raketaanvallen van de tegenstander zijn gericht, denkt men in een baan op een paar duizend kilometer boven het aardoppervlak. Die baanhoogte is de beste oplossing tussen aan de ene kant het feit dat de nauwe laserbundel met toenemende afstand wijder wordt en dus per oppervlakte-eenheid minder energierijk, en aan de andere kant het verlangen om een zo groot mogelijk gebied te kunnen bestrijken. Daarvoor moeten de laserkanonnen in een hoge baan zitten. De baanhoogte van een paar duizend kilometer betekent toch dat de Amerikanen minstens 50 laserkanonnen in de ruimte zouden moeten hebben om op elk moment alle lanceerterreinen van de Russen te kunnen bestrijken. Elk laserstation zou op het moment van een echte aanval met enkele duizenden raketten te maken krijgen. Het heeft acht minuten de tijd om iets te ondernemen en dat betekent ongeveer een halve sekonde per raket! Na die acht minuten zijn de raketten op hun koers gekomen en beginnen ze hun afzonderlijke kernkoppen in allerlei richtingen naar het aardoppervlak te sturen. Het aantal doelwitten wordt dan snel groter. Er is nog een tweede reden voor die acht minuten. Wanneer de raketten binnen die tijd uitgeschakeld worden, vallen ze met hun lading terug op Russisch grondgebied of anders in zee.
De vraag is nu hoe het laserkanon zijn werk moet doen. Tsipis en kollega's hebben daaraan zitten rekenen en ze konkluderen dat het stukbreken van de raketwand met pulserende laserstraling de eenvoudigste oplossing is. Daarbij moet de raketwand tijdens enkele pulsen steeds ongeveer 1000 watt per vierkante centimeter opnemen. Omdat de raketten zich dan nog in de dampkring bevinden, moet de intensiteit van de pulsen ongeveer een miljoen watt per vierkante centimeter bedragen en moeten de pulsen een paar honderdmiljoensten van een sekonde duren. Laboratoriumproeven hebben laten zien dat tien van dergelijke pulsen een gat in de raketwand branden.
Hoeveel energie moet de laser die dit resultaat wil bereiken, ontwikkelen? Het antwoord is: fantastisch veel. Kijk maar. Tsipis gaat uit van een pulserende waterstoffluoride laser met een optisch perfekte spiegel van 1 meter in middellijn (een dergelijk lasersysteem zou binnen enkele jaren gemaakt kunnen zijn). Omdat maar zo'n 10% van de laserstraal door de raketten wordt opgenomen, moet per puls 10.000 watt per vierkante centimeter per sekonde bij het doelwit aankomen. Op een afstand van duizend kilometer heeft de laserbundel dezelfde doorsnede als de spiegel; dat is bijna 8000 vierkante centimeter. Om die 10.000 watt per vierkante centimeter te bereiken, moet de bundel bij vertrek ook 8000 keer zo sterk zijn: 80 miljoen watt. Wanneer de pulsen ongeveer een honderdmiljoenste sekonde duren, moet de laser bijna 1 miljoen megawatt produceren! Onze elektriciteits-

De Space Shuttle zal door de militairen voorlopig vooral gebruikt worden om allerlei apparatuur en dan vooral sensoren te beproeven. Hier een schets van een experimentele infraroodsensor. Onder de kodenaam Teal Ruby zal een dergelijk soort instrument tijdens de komende Shuttle-vlucht van de STS-10 in de ruimte gebracht worden. ▶

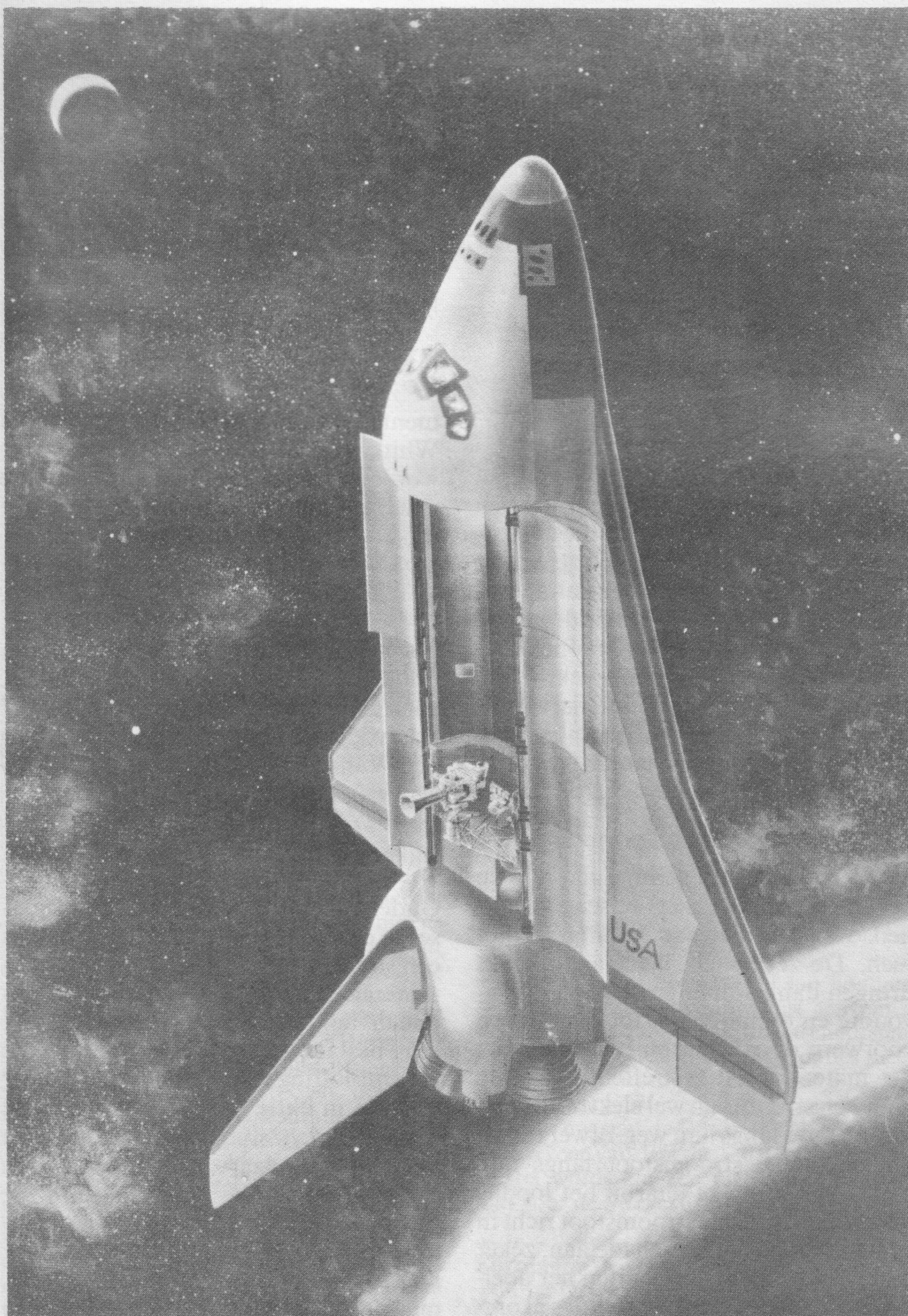
Een schets van een grote chemische laser. In Amerika heeft men zich jarenlang vrijwel alleen maar met dit soort ontwerpen bezig gehouden, terwijl dit type laser naar verhouding weinig efficiënt is. Na een "laseroorlog" in Washington krijgen nu ook andere projekten meer geld. ▼



centrales liggen in de orde van 600 megawatt per stuk!
Dit wordt, zegt Tsipis, een onmogelijke oplossing. Er moet dus iets anders bedacht worden. Een onafgebroken bestraling wordt erg moeilijk. Een aluminium raketwand van twee millimeter dik smelt wanneer hij 400 watt per vierkante centimeter per sekonde opneemt. Stel dat de wand 90% van de opvallende laserstraling weerkaatst, dan heeft een 100 megawatt kooldioxide laser (zie het kaderstukje) ongeveer 100 sekonden nodig om in een raket op een afstand van 1000 kilometer een gat te branden. Zoals we zagen heeft het laserkanon bij een grootscheepse aanval per raket een halve sekonde om hem uit te schakelen. De niet-pulserende laserstraal werkt dus niet.
Een andere aanpak is om de spiegel van het laserkanon te vergroten. Met een spiegel van vier meter doorsnede heeft een 100 megawatt waterstoffluoride laser een sekonde nodig om een gat in een raketwand te branden. Het vervaardigen van zo'n spiegel, die tegelijk stevig en optisch vrijwel perfekt moet zijn, gaat op dit moment de technische mogelijkheden van elk land ter wereld te boven. In kringen van het Amerikaanse ministerie van defensie is ook al gesproken over spiegeldiameters van tien meter. Dan zou men aan 10 of zelfs 5 megawatt al voldoende hebben. Zo'n tien meter spiegel is momenteel technisch niet te verwezenlijken.

Maar...

Bij het voorbeeld van Tsipis moeten enkele opmerkingen gemaakt worden. Raketwanden bijvoorbeeld zijn nooit zo goed spiegelend als in het voorbeeld is verondersteld. Ze nemen in de praktijk dus meer energie op. Het aanbrengen van beschermlagen houdt ook energie uit de laserstraal tegen, ook al wordt de raket daardoor zwaarder en zijn last of zijn bereik minder; die prijs zou men kunnen opvangen door meer raketten te bouwen. Daarnaast zou men met een groter aantal laserstations kunnen werken. Aangezien die dingen echter erg duur zullen zijn en zelf ook beschermd moeten worden, wordt het beheren van al die stations bij toenemende aantallen steeds ingewikkelder. Deze faktoren zouden toch in het voordeel van de laserstations kunnen uitpakken. Er is echter nog een grote beperking. In het voorbeeld is verondersteld dat het opwekken van laserstraling erg efficiënt gebeurt. Dat is niet het geval. Volgens Tsipis ligt het rendement van lasersystemen maar op enkele procenten. Een verbetering tot 30 à 40% zou volgens hem al heel wat zijn. Dan nog zullen laserstations vele malen groter moeten zijn dan waarvan Tsipis uitging. Dat maakt de stations dan zelf tot kwetsbare dingen.



Laser tegen andere satellieten

Het zal duidelijk zijn dat laserkanonnen tegen raketten er niet onmiddellijk zijn. Laserwapens tegen kunstmanen lijken wel sneller haalbaar. Te denken valt daarbij vooral aan het ontregelen van spionage- en kommunikatiesatellieten. Laserkanonnen zouden ook als verdediging tegen aanvalskunstmanen kunnen dienen. Omdat ook laserkanonnen voor taken in de ruimte nog grote gevaartes zullen zijn, zullen ze als zelfstandige eenheden moeten fungeren en niet in te verdedigen kunstmanen gebouwd kunnen worden.

Onderzoek

Jarenlang hebben de Amerikanen al hun aandacht gericht op de lasers met golflengten in het infrarood en het zichtbare licht. De technologie daarvan is intussen goed ontwikkeld. Verleden jaar begon uit kringen van het ministerie van defensie en de volksvertegenwoordiging in Washington kritiek op die aanpak te groeien en intussen wordt ook geld uitgegeven aan onderzoek naar een ultravioletlaser. Dit jaar besteedt de Amerikaanse overheid 433,3 miljoen dollar aan onderzoek voor laserwapens, waarvan 150 miljoen voor laserwapens in de ruimte. In de Verenigde Staten is een projekt in voorbereiding dat moet aantonen dat een groot lasersysteem met lange golflengte in de praktijk ook werkelijk werkt. Het projekt bestaat uit drie delen. Het eerste, Alpha, gaat om het beproeven van

een waterstoffluoride laser van 2 tot 3 megawatt, waarmee aangetoond moet worden dat eenzelfde laser met een vermogen van 5 tot 10 megawatt goed funktioneert. Het tweede projekt heet LODE en dat is de afkorting van het experiment om een grote spiegel te demonstreren. De bedoeling is om rond 1985 een vier meter spiegel te hebben om er laserproeven mee te doen. Zowel Alpha als LODE worden op Aarde uitgevoerd; er zijn geen proeven in de ruimte voorzien. Het derde projekt heet Talon Gold en het moet in 1987/1988 met de Space Shuttle worden uitgevoerd. De Talon Gold is een hypermodern volgsysteem dat nodig is om een laserkanon uiterst nauwkeurig een doelwit te laten opsporen en lang genoeg te volgen om het uit te schakelen.

Russische aktiviteiten

Zoals steeds is over aktiviteiten aan Russische kant officieel niets bekend. De beschikbare informatie komt uit Amerikaanse bron en daarvan is niet na te gaan hoe betrouwbaar die is. Amerikaanse defensiekringen beweren dat de Russen in 1985 een experimenteel lasersysteem in de ruimte zouden kunnen hebben. Het is op zich heel waarschijnlijk dat ook de Sovjets met laser bezig zijn. Het is echter helemaal de vraag met welk type laser. Op theoretisch gebied hoeft men de Sovjets niets te vertellen. Ze horen tot de pioniers op het gebied van laser. Het is intussen Westerse deskundigen opgevallen dat de Russen al jaren niet meer publiceren over waterstoffluoride lasers en wel nog steeds over kooldioxide lasers. Dat zou volgens Russische gewoonte kunnen betekenen dat de waterstoffluoride lasers als militair van belang gezien worden en dat het onderzoek eraan geheim is verklaard (waardoor er niet meer over geschreven wordt). Het kan natuurlijk ook zijn dat ze er gewoon geen aandacht meer aan besteden. ■

Speurtocht naar ruimtemijnen en onzichtbare stralen

Het voorgaande artikel over de laserwapens heeft duidelijk gemaakt dat laserkanonnen ook niet alles zijn. In zijn toespraak vroeg Reagan niet voor niets om andere ideeën. Op papier en in het laboratorium wordt al gewerkt aan wapens, waarbij de laserkanonnen maar simpel speeltuig lijken.

Al verscheidene jaren is in ieder geval in enkele Amerikaanse laboratoria onderzoek gaande naar systemen die tot zeer effektieve, maar nog sterk op science fiction lijkende wapens kunnen leiden. De termen daar zijn "deeltjesbundels" en "röntgenlaser" (hoewel die term onjuist is, zoals zal blijken).

Een stroom verwoestende deeltjes

De deeltjesbundel is gebaseerd op het principe waarmee onderzoekers van atoomkernen hun materiaal, de elementaire deeltjes en lichte atoomkernen, tot grote snelheden opjagen. In de Verenigde Staten wordt op tamelijk bescheiden schaal geëxperimenteerd met een opstelling die, ironisch genoeg, is gebaseerd op het werk van de Russische onderzoeker V.G.Doednikov van het Sovjet Instituut voor Kernfysika in Novosibirsk. De deeltjesbundel bestaat uit een bundel elektrisch geladen deeltjes die veel energie hebben en daardoor bijna met de lichtsnelheid reizen. In een kleine versneller worden lichte, elektrisch negatief geladen ionen tot grote snelheden opgejaagd door ze door een krachtig wisselstroomveld te laten lopen. Om als wapen geschikt te zijn, moeten die deeltjes een energie hebben in de orde van 500 MeV (mega-elektronvolt). Dat betekent dat ze in het energiebereik van gamma-straling zitten. Wanneer ze aan het eind van de versneller komen, worden de ionen ontdaan van hun teveel aan elektronen. Het resultaat is dat ze elektrisch neutraal worden en dan hebben ze geen enkele last meer van het aardse magneetveld. Daardoor kunnen ze in de ruimte nabij de Aarde een rechte baan doorlopen. Geladen deeltjes worden door het aardsemagneetveld gedwongen tot een beweging rond de magnetische veldlijnen, waar ze niet aan kunnen ontkomen. De zeer snelle neutrale deeltjes dringen dankzij hun grote energie eenvoudig en onmiddellijk tot diep in een voorwerp door. Daarbij botsen ze met het materiaal dat ze treffen en zorgen voor een stroom van wel elektrisch geladen deeltjes langs hun weg, ofwel ze veroorzaken een stroomstoot langs hun pad. Zelf leggen ze daarbij het loodje, maar de elektrische stroomstoot richt in het doelwit een hoop schade aan, zeker in de elektronika. Ook buiten het doelwit is de bundel neutrale deeltjes al omgeven door een wolk elektrisch geladen deeltjes (ontstaan door botsingen met molekulen onderweg). De bundel wordt dus door een elektrisch en magnetisch veld omgeven en die kunnen in gevoelige apparatuur al de nodige verwarring zaaien. Het sterk doordringende vermogen van de neutrale deeltjes maakt tegenmaatregelen veel moeilijker dan bij laser.

In de Verenigde Staten is de afgelopen jaren een eerste militaire experiment met een deeltjesbundel uitgevoerd. Dat werd gedaan onder de kodenaam Chair Heritage. Onder verantwoordelijkheid van de marine werd in het Lawrence Livermore National Laboratory in Californië een stroom elektronen met een energie van 5 MeV over een afstand van twee meter getransporteerd. Dat is nog weinig indrukwekkend, maar de uitkomsten van de proef schijnen aangetoond te hebben dat de apparatuur naar verwachting werkte. Momenteel wordt een groter apparaat gebouwd waarmee een afstand van vier meter overbrugd moet worden. Ook hierbij worden geladen deeltjes gebruikt. Over korte afstanden en aan het aardoppervlak hoeft de bundel niet geneutraliseerd te worden. Voor gebruik over grote afstanden buiten de dampkring is dat neutraliseren wel nodig. Een eerste proefopstelling voor neutrale deeltjes is momenteel in aanbouw in het Los Alamos Scientific Laboratory in Nieuw Mexico. Daar begint misschien dit jaar nog het experimentele programma dat de kodenaam White Horse heeft meegekregen. Er wordt gestart met een deeltjes-energie van 5 MeV en de ervaringen daarmee moeten leiden tot de bouw van een apparaat waarmee energieën tussen 50 en 100 MeV opgewekt kunnen worden. Hieruit blijkt dat praktische toepassing nog ver weg is. De Amerikanen hebben echter het idee dat de Russen niet met soortgelijk onderzoek bezig zijn en dat zou voor hen een voorsprong betekenen. Van laser durven ze dat niet te zeggen.

Ruimtemijn

Onder de onjuiste benaming röntgenlaser is een systeem in onderzoek dat als een soort ruimtemijn zou kunnen funktioneren en dat van alle beschreven systemen het meest fantastische is. Het ding bestaat uit een kleine kernbom die tot ontploffing wordt gebracht wanneer de mijn in aktie moet komen. Daarbij blaast hij zichzelf op. In de fraktie van de sekonde daarvoor is echter de röntgenstraling die bij de ontploffing vrijkomt, via een stelsel van pijpen in allerlei richtingen de ruimte ingestuurd. Die richtingen zijn niet willekeurig, maar georiënteerd op evenveel doelen

als er pijpen aan de ruimtemijn zitten. Men is op het idee van deze konstruktie gekomen toen men ging nadenken hoe men een massale aanval van raketten met een aantal afzonderlijk af te schieten kernkoppen per raket zou kunnen aanpakken. We zagen in het vorige artikel al dat zo'n situatie de meest zwakke plek in het idee van laserkanonnen in de ruimte is. Er moest dus een wapen bedacht worden dat een groot aantal doelen tegelijk zou kunnen bestoken, dat de daarvoor noodzakelijke energie ook tegelijk zou kunnen opwekken en dat ook tegelijk op al die verschillende doelen gericht kon worden. Als idee kwam een cilinder uit de bus, met een kernlading erin en een groot aantal zeer bestendige, afzonderlijk te richten "uitlaten" aan de buitenkant. Proeven in het Lawrence Livermore National Laboratory (het Dauphin programma) hebben aangegeven dat het idee moet kunnen werken. Het systeem zou inmiddels ook al eens beproefd zijn tijdens een ondergrondse test in de staat Nevada. De uitgezonden röntgenstraling wordt als een puls afgegeven en heeft dan een energie van verscheidene honderden terawatt (enkele malen 10^{14} watt!). De puls duurt enkele miljardsten van een sekonde. Omdat de straling met de lichtsnelheid reist, is hij vrijwel onmiddellijk bij zijn doel. De korte duur en de enorme energie van de puls moet een geweldige schokgolf veroorzaken, waartegen het doelwit niet bestand is. Elke ruimtemijn zou zo'n vijftig uitlaten kunnen krijgen. De uitlaten zijn mogelijk tussen de 1 en 2,5 meter lang en de hele ruimtemijn zal, met ingeklapte uitlaten, zoiets van drie meter lang en één meter in doorsnede zijn. Met één Space Shuttle orbiter zouden voldoende mijnen in de ruimte gebracht kunnen worden om een massale Russische aanval te onderscheppen.

De ruimtemijn is nog lang niet klaar voor bedrijf. Voor een deel komt dat doordat het meeste Amerikaanse onderzoek zich steeds op de lasersystemen met langere golflengte heeft gericht. In politieke kringen is pas kort geleden doorgedrongen dat de aandacht erg eenzijdig op de chemische lasers gericht was. Nadat zich verleden jaar en afgelopen voorjaar een komplete "laseroorlog" in Washington had afgespeeld, krijgen nu alle lasersystemen, ook de ruimtemijn, financiële aandacht. ■

Militairen in de ruimte

Wapens zijn er nog niet in de ruimte, maar verder vliegen er heel wat militaire kunstmanen rond de Aarde. Bovendien blijken de eerste stappen naar oorlogvoering in de ruimte al gezet te zijn.

Al vrijwel vanaf het begin van de ruimtevaart hebben militairen kunstmanen voor eigen doeleinden gelanceerd. Voor zover bekend ging de eerste militaire kunstmaan, een Amerikaanse kommunikatiesatelliet, in 1958 omhoog. Sinds 1962 is het zeker dat ook de Russen militaire kunstmanen lanceren. Tot en met 1981 werden 1917 kunstmanen voor militaire doeleinden in de ruimte gebracht. Spionagesatellieten en kommunikatiekunstmanen vormen daar het merendeel van. Naar schatting is zo'n 70% van alle Russische lanceringen van militaire aard. In de Verenigde Staten ligt dat aantal rond 50%. Het aantal Russische lanceringen is veel hoger dan dat van de Amerikanen (in sommige jaren wel vijf keer zoveel). Voor een deel komt dat omdat de Amerikanen vaker met één raket meer satellieten tegelijk lanceren dan de Russen. Voor een ander deel zit het verschil in de veel langere levensduur van veel Amerikaanse kunstmanen en in de ruimere mogelijkheden van een aantal kunstmanen. De Russen hebben gekozen voor eenvoudige, in serie te bouwen kunstmanen die voor één bepaalde missie gelanceerd worden. Hun spionagekunstmanen bijvoorbeeld verblijven een dag of acht in een baan om de Aarde en worden dan, met belichte fotografische film, teruggehaald. De Amerikanen hebben ook een fotografisch systeem, maar dat maakt al jaren gebruik van grote kunstmanen die een stuk of zes afzonderlijke kamera-modules hebben. Die modules keren met belichte film zelfstandig naar de Aarde terug; ze worden, hangend aan een parachute, door speciale vliegtuigen uit de lucht gevangen.

Tal van soorten kunstmanen

Naast de "fotografische" spionagesatellieten hebben zowel Russen als Amerikanen ook verkenningssatellieten die tv-opnamen van de Aarde maken en die beelden boven een grondstation doorseinen. Er zijn kunstmanen die de scheepsbewegingen op zee in de gaten houden (via radar), en kunstmanen die naar alle radiosignalen luisteren die ze maar kunnen opvangen. Verder zijn er satellieten die van grote afstand voortdurend naar de Aarde kijken, speurend naar eventuele lichtflitsen en straling van kernbomontploffingen. Een ander soort kunstmanen houdt het grondgebied van de tegenstander konstant in de gaten om eventueel gelanceerde raketten op te sporen. Verder zijn er militaire navigatie-, kommunikatie- en weersatellieten, die vooral de marine ondersteunen en bijvoorbeeld gunstige weersomstandigheden voor spionagemissies helpen opmerken. Er zijn ook geodetische kunstmanen. Die helpen de vorm van de Aarde en de massaverdeling in onze planeet heel nauwkeurig kennen. Dat is van het allergrootste belang voor zowel zeer nauwkeurige kaarten als voor preciese informatie over kunstmaanbanen.

De Russen lanceren de meeste van hun militaire kunstmanen onder de aanduiding Kosmos. De banen van de afzonderlijke kunstmanen verraden vrijwel steeds hun bedoeling. Enkele soorten kunstmanen hebben wel een aanduiding. Zo is bekend dat satellieten van het type Molnia voor militaire kommunikatie worden gebruikt. Daarnaast bestaan voor sommige systemen Westerse benamingen: Gals (kommunikatiesatellieten), Vlona (maritieme kommunikatie) en Glonass (maritieme navigatie; te vergelijken met het Amerikaanse Navstar-systeem). De Amerikanen hebben voor de meeste van hun kunstmanen wel aanduidingen, al zijn sommige alleen maar een kodenaam. Dat is met name voor de spionagekunstmanen het geval (Big Bird, KH-9 en KH-11). De KH-9 bezit de beroemde kamera's waarmee een oplossend vermogen van dertig centimeter bereikt kan worden; daardoor zijn, aan hun schaduw, zelfs mensen zichtbaar! De Amerikaanse luchtmacht heeft een reeks kunstmanen voor onderzoek en beproeven van nieuwe systemen, de P-78 en P-80 satellieten. In de Block-serie zitten onder andere weersatellieten. Zowel voor Amerikanen als Russen geldt dat ook civiele kunstmanen wel voor militaire doeleinden worden gebruikt, bijvoorbeeld doordat de militairen gegevens krijgen of doordat ze een instrument in dergelijke kunstmanen hebben. In de Sovjet-Unie speelt dit sterker dan in de Verenigde Staten, omdat de Sovjets geen scheiding hebben tussen civiele en militaire ruimtevaart. Zo worden de Saljoets regelmatig voor militaire projekten gebruikt; dat gaat intussen ook op voor de Space Shuttle.

Zorgen de Russen en Amerikanen voor het overgrote deel van de militaire lanceringen, er zijn ook enkele militaire kunstmanen van andere landen in de ruimte. Van China zijn enkele lanceringen voor spionagedoeleinden bekend. Kommunikatiesatellieten zijn er van de

NAVO, Frankrijk en Engeland, terwijl deze twee landen ook eigen militaire weersatellieten hebben gelanceerd en Frankrijk zelfs eigen militaire geodetische kunstmanen.

Aanzet voor wapensystemen

Twee soorten kunstmanen hebben we nog niet genoemd. Dat zijn de zogeheten FOBS en de "killer"-satellieten, beide van Russische herkomst. De beschikbare informatie komt niet van de Russen zelf en daarom is niet steeds volkomen duidelijk wat er gaande is.

De FOBS, de Engelse afkorting voor een systeem van "fragmentatiebommen" in een baan om de Aarde, zijn volgens het Internationale Instituut voor Vredesonderzoek in Stockholm (het SIPRI) gelanceerd in de jaren 1966 tot en met 1971. In totaal werden toen 17 kunstmanen in een baan rond de Aarde gebracht. Waarschijnlijk heeft een verdrag tegen het stationeren van raketten in de ruimte uit 1972 een eind gemaakt aam de FOBS-proeven.

De "killer"-satellieten verschenen volgens het SIPRI in 1967 voor het eerst op het toneel, hoewel diezelfde organisatie pas van de lancering van de Kosmos-249 (op 20 oktober 1968) aangeeft dat het toen zeker om een "killer"-proef ging. Tot en met verleden jaar werden veertien proeven uitgevoerd, waarbij veertien doelsatellieten en twintig jachtsatellieten werden gelanceerd. Daarnaast hadden mogelijk nog vijftien andere lanceringen ook met dergelijke proeven te maken. Bij een proef wordt een Kosmos gelanceerd, die na korte of langere tijd gevolgd wordt door een jachtsatelliet. Die "killer" snelt binnen één tot twee omlopen om de Aarde naar zijn doelwit toe en benadert hem in de regel tot op zo'n kilometer afstand. De bedoeling moet uiteindelijk zijn dat de "killer" ofwel een schot op de doelsatelliet afvuurt of tot vlak naast hem manoeuvreert en dan zichzelf en zijn doel opblaast. Een deel van de proeven liep op niets uit omdat de jachtsatelliet niet dicht genoeg bij zijn doel kwam.

Zoals gezegd dateert het eerst bekende geval uit 1968. Op 19 oktober werd de Kosmos-248 gelanceerd en die bleek naderhand het doelwit te zijn van twee jachtsatellieten, de Kosmos-249 (gelanceerd op 20 oktober) en de Kosmos-252 (gelanceerd op 1 november). Het meest recente geval was de Kosmos-1375, gelanceerd op 6 juni 1982; hij werd gevolgd door de "killer" Kosmos-1379 op 18 juni.

Volgens sommige Amerikaanse bronnen staan "killer"-satellieten in voorraad gemonteerd op SS-9 raketten, die vanaf de basis Tjoeratam zouden worden gelanceerd. Er zijn, volgens die bronnen, op die basis zoveel lanceerplatforms dat de Russen een heel salvo "killers" kunnen lanceren om in één klap alle Amerikaanse spionagekunstmanen uit te schakelen.

Amerikaans antwoord

De Amerikanen zijn zelf ook bezig met een wapen tegen satellieten; dat hebben ze A-Sat (voor anti-satelliet) genoemd. Hun systeem, dat begin volgend jaar voor het eerst beproefd zou kunnen worden, bestaat uit een kleine raket die vanonder een F-15 jachtvliegtuig wordt afgeschoten. Die raket kan echter niet erg hoog komen en daarom willen de Amerikanen ook een anti-satelliet-laser ontwikkelen. Volgens sommige bronnen zouden de Russen ook aan zo'n systeem werken; het zou rond 1990 voor het eerst beproefd kunnen worden.

Krisisbewaking

Spionagekunstmanen spelen een duidelijke rol wanneer zich op Aarde gewapende konflikten afspelen. Zowel Amerikanen als Russen lanceren bij die gelegenheden extra kunstmanen of manoeuvreren bestaande kunstmanen naar zodanige banen dat de gevechtshaarden maximaal bekeken kunnen worden. De Amerikanen geven over hun eigen aktiviteiten weinig informatie, maar doen dat wel over de Russische aktiviteiten. Uit hun informatie blijkt dat de Russen de Falklandoorlog, in april-juni 1982, onder andere met de Kosmos-1347, 1352, 1355 en 1356 nauwgezet hebben gevolgd. Toen de Israeli's in juni 1982 Libanon binnenvielen, waren de Russen present met eerst de Kosmos-1370 en later de 1377. In juli werd de Kosmos-1384 over het strijdtoneel gestuurd. In november 1982 laaide de oorlog tussen Iran en Irak weer op en de Russen hadden onmiddellijk hun Kosmos-1419 ter plekke, later gevolgd door de Kosmos-1421. In die gevallen worden de kunstmanen in zo'n baan gebracht dat ze dagelijks in het laagste punt van hun baan en op een gunstig tijdstip van de dag over het konfliktgebied vliegen. Foto-kunstmanen worden dan enkele dagen na hun lancering al weer naar de Aarde terug gehaald.

Ruimtekommando

Een recente ontwikkeling in de Verenigde Staten is het instellen van een speciaal ruimtekommando (het US Space Command), gevestigd op de luchtmachtbasis Peterson in de staat Colorado. Dat kommando zal de ruimte-aktiviteiten van de luchtmacht, het strijdmacht-onderdeel dat zich het meest met de ruimte bezig houdt, koördineren. Volgens Amerikaanse bronnen zouden de Russen het plan hebben om, als reaktie op de Amerikaanse stap, ook zo'n kommando in te stellen.

De Space Shuttle

Met de Space Shuttle zullen in de komende jaren heel wat militaire vluchten gemaakt gaan worden, zeker wanneer de militairen hun eigen lanceerinrichting op de basis Vandenberg in Calfornië klaar hebben. Er is al één militaire vlucht geweest, die van de STS-4, en voor december staat een tweede gepland, de STS-10. De vluchten zullen vooral gebruikt worden om sensoren te beproeven. Sensoren zijn uiterst belangrijk omdat ze helpen uiterst precies de stand van satellieten in de ruimte te bepalen en te handhaven. Ze moeten ook objekten helpen opsporen en volgen, zoals schepen, vliegtuigen, raketten en kunstmanen. Wapensystemen hebben uiteraard hoogwaardige sensoren nodig en ook navigatie-instrumenten. Tijdens de STS-4 werd zowel een sensor als een navigatie-instrument beproefd (de proef met de sensor, een infraroodkijker, mislukte overigens). Met de vlucht van de STS-10 zal een infraroodsensor op een platform gemonteerd in de ruimte worden gebracht; de sensor staat bekend onder de benaming Teal Ruby. De Amerikanen zeggen dat de Russen soortgelijke experimenten deden en doen in hun Saljoet ruimtestations. Zo zou aan boord van de Saljoet-7 de voorloper van een richtsysteem voor laserwapens (vergelijkbaar met de Amerikaanse Talon Gold) getest zijn. Op dit moment wordt onder andere nagegaan of de Space Shuttle gebruikt kan worden om de KH-11 spionagekunstmanen van de Amerikanen van nieuwe brandstof voorzien kunnen worden. De KH-11's hebben een grote raketmotor om ruim te kunnen manoeuvreren.

Alles bij elkaar genomen blijken de militairen al heel nadrukkelijk in de ruimte aanwezig en hun aktiviteiten zullen alleen maar toenemen.

„Nieuws van de Zon”

Heeft de Zon een rammelende pit?

Zoals er aardbevingen bestaan, zo bestaan er ook zonnebevingen. Trillingen van de Aarde kunnen we voelen, trillingen van de Zon kunnen we enkel zien. De trillingen geven mogelijk informatie over het gedrag van de kern van de Zon.

Zonnebevingen waarnemen is niet eenvoudig. Tussen ons en de Zon zit de aardse dampkring. Bewegingen daarin kunnen de trillingen van de Zon versluieren. Een geschikte waarnemingsplaats blijkt de Zuidpool. In de zomer staat de Zon 24 uur per dag even hoog boven de horizon. Het sneeuw- en ijsoppervlak wordt daardoor heel gelijkmatig verwarmd, waardoor de lucht rustig blijft. Verder kan men daar de Zon heel lang achter elkaar volgen, zonder telkens door de nacht onderbroken te worden. Zo is te zien of een bepaalde lang aanhoudende trilling voor of achter raakt bij een andere. Een nog betere, maar wel duurdere manier van waarnemen is vanuit een kunstmaan boven de dampkring. De universiteit van het Engelse Birmingham heeft al zulke metingen uitgevoerd.

Trillingen vervormen de Zon

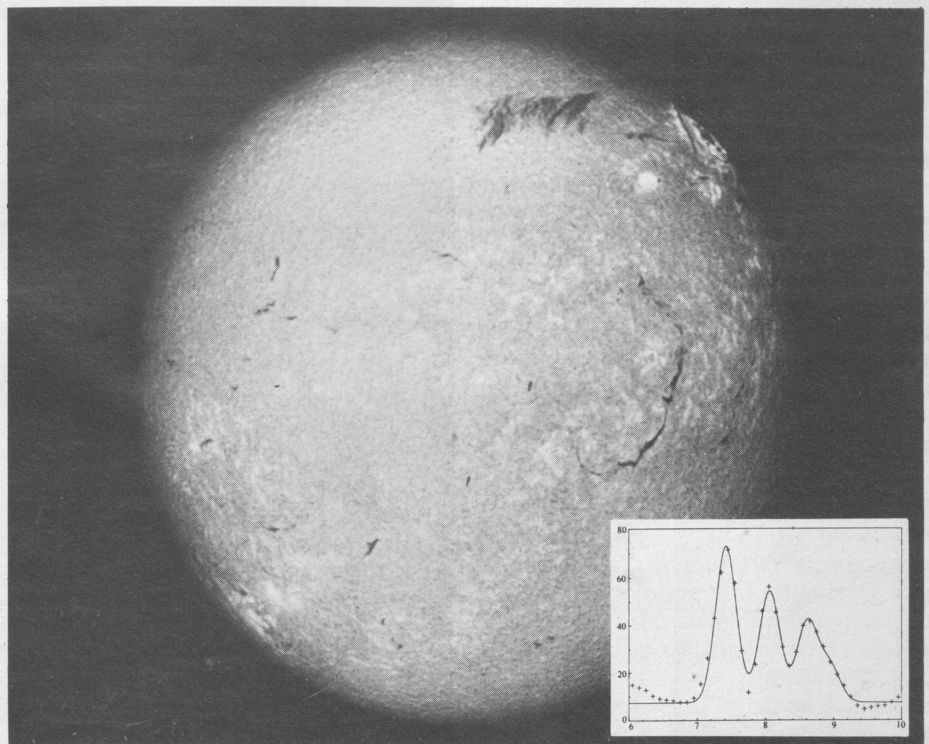
De Zon wemelt van bewegingen. De trillingen zijn daar uit te halen doordat ze vaste ritmes hebben. Valt een bepaald ritme meer op dan een ander, dan hebben we een bepaalde trilling beet. De talloze mogelijke trillingswijzen onderscheiden zich door de vervorming die ze het zonsoppervlak geven. Zo zijn er trillingen die zorgen voor één bult en één deuk, trillingen die zorgen voor twee bulten en twee deuken, en zo voort. Trillingen met één bult en één deuk zijn er in drie soorten.
Ten eerste is er de trillingswijze met de bult op de ene pool van de Zon en de deuk op de andere pool. Bij het trillen wisselen deuk en bult elkaar af. Ten tweede is er de mogelijkheid met de bult en de deuk op de evenaar, de bult aan de ene kant van de Zon en de deuk aan de andere kant. Dit patroon loopt als een golf rechtsom over de Zon. Ten derde is er eenzelfde golf, die echter linksom loopt. Als de Zon niet om haar as zou draaien, zouden deze drie trillingen precies hetzelfde ritme hebben. Nu de Zon wel om haar as draait, is dat niet meer zo. Voor de eerste trilling, die alleen met de polen van de Zon te maken heeft, is alles nog hetzelfde, voor de andere twee trillingen niet. De golf die met de zonsdraaiing mee gaat, komt wat vaker langs. Zijn ritme is dus iets versneld. De golf die tegen de zonsdraaiing in loopt, komt juist wat minder vaak langs. Zijn ritme is dus juist wat vertraagd.
Trillingen met twee bulten en twee deuken bestaan in vijf zulke soorten, trillingen met drie bulten en drie deuken in zeven soorten, en zo voort. De aswenteling van de Zon trekt ook hier de trillingsritmes wat uit elkaar. De deuken en bulten liggen bij deze veeldeukige en veelbultige trillingen niet meer alleen op de evenaar en de polen, maar ook op bepaalde andere breedtegraden. Nu draait de Zon niet op alle breedtegraden even snel. In de poolgebieden is de aswenteling ongeveer 20 procent langzamer dan aan de evenaar. Die draaiingsverschillen zijn weerspiegeld in meetbare afwijkingen van trillingsritmes.
Het ritme van een trillingssoort met bulten en deuken op een langzaam draaiende breedtegraad ondergaat een kleine verandering. Het ritme van een trillingssoort met zijn hobbels op een snel draaiende breedtegraad wijkt sterker af. Het gaat echter niet alleen om draaiingsverschillen óp de Zon, maar ook ín de Zon. Het is erg moeilijk op een andere manier iets te weten te komen over de draaiing onder het oppervlak. De trillingen zijn hier een prachtig middel.

Trillingen ín de Zon

Behalve naar het aantal hobbels aan het oppervlak kunnen de trillingen ook nog ingedeeld worden naar het aantal verdichtingen en verdunningen tussen zonsmiddelpunt en oppervlak. Bij sommige soorten is de golfbeweging aan het oppervlak groter dan binnenin. Hun ritmeverschillen geven de draaiing in de bovenlagen van de Zon aan. Het meest interessant zijn de golfbewegingen die binnenin sterker zijn dan dichtbij het oppervlak: dan vertellen de ritmeverschillen over de draaiing van de zonskern.
Door te kijken naar verplaatsinkjes van de zonsrand heeft men hiervoor bruikbare waarnemingen verkregen. Het ging bijvoorbeeld om de ritmeverschillen tussen verschillende trillingen met allemaal acht bulten en acht deuken aan het oppervlak en negen verdichtingen en verdunningen binnenin. Het is een heel probleem om voor een waargenomen trilling die getallen goed vast te stellen. Om op deze manier de draaing van het binnenste van de Zon te bepalen, moet de overige opbouw daar al helemaal bekend zijn. Gesteld dat we onze kennis daarover vertrouwen, dan liegt de uitkomst er niet om. De kern van de Zon zou veel sneller draaien dan de oppervlaktelaag. Het oppervlak gaat (aan de evenaar) rond in 27 dagen, de kern al in vier dagen. De kern zou een straal hebben van 0,6 of 0,7 zonsstraal.

Komplikaties

Maar ergens klopt er toch iets niet. Bij andere metingen zijn namelijk trillingen gezien die helemaal niet zichtbaar hadden mogen zijn. Het ging daarbij om trillingswijzen met één bult en één deuk. Men spoorde die op door op de zonsschijf snelheden te meten naar ons toe of van ons af. Bij die meetwijze blijft de eerste trillingswijze, het opzwellen en indeuken van de polen, verborgen: dat is een op-neer beweging, zonder snelheden naar ons toe of van ons af.
Men vond echter drie iets verschillende trillingsritmes in plaats van alleen de twee van →



Het zichtbare oppervlak van de Zon wordt in grote lijn door drie soorten trillingen vervormd. De polen worden afwisselend uitgestulpt en ingedeukt, en ook langs de evenaar treden bulten en deuken op. Eén set bulten en deuken draait rechtsom, de andere linksom. De trillingsritmes worden ingewikkelder doordat de Zon om haar as draait.
Inzet:
De vier trillingsritmes die de Amerikaanse onderzoeker Dicke op de Zon onderscheidt. Ze wijzen er volgens hem op dat de kern van de Zon in cirka 12,5 dagen om zijn as draait en dat die kern door een sterk magneetveld een eivorm heeft gekregen.

de evenaargolven. De drie waren zelfs ongeveer even sterk. Dit zou te verklaren zijn als de zonskern om een andere as draaide dan de buitenschil. Bij de buitenschil kijken we recht op de evenaar: we zien de twee golven. Bij de kern zouden we naar een van de twee polen kunnen kijken: daarvan zien we dan juist alleen het opzwellen en indeuken. Dat zijn samen dus drie verschillende trillingen. Als we dan nú op de pool van de draaiende kern kijken, dan zullen we dat na een paar maanden niet meer doen. De Aarde beweegt immers om de Zon. We moeten dan ook het trillingspatroon zien veranderen, tenzij heel toevallig de as van de zonskern met de Aarde mee zou bewegen. Helaas zijn hiervan nog geen metingen. De Amerikaan Dicke heeft hiervan gebruik gemaakt om een andere verklaring voor te stellen.

Een wiebelende zonskern?

Dicke veronderstelt dat de sneldraaiende zonskern ook nog eens door een magneetveld vervormd is. Om de gedachte te bepalen: de kern zou eivormig kunnen zijn en kunnen draaien om een of andere schuine as. Binnen dit ei hebben de drie mogelijke trillingswijzen verschillende ritmes. Die trillingswijzen dringen dan door in de buitenschil van de Zon. De draaiing daar splitst ieder ritme weer in drieën: er zijn dus in beginsel negen verschillende ritmes waarneembaar. Drie hiervan vallen bij de gebruikte meetwijze weg; er zouden er zes overblijven. Dicke weet te berekenen dat twee daarvan erg zwak moeten zijn; er blijven er vier over. Tenslotte lukt het hem om in de waarnemingen nog een vierde onopgemerkt ritme toe te voegen aan de drie gemeten ritmes.
Zo lijkt alles te kloppen: een rammelende pit in de Zon geeft de trillingen de vorm waarin we ze zien. Het verhaal van Dicke en die pit heeft echter wel wat weg van het sprookje van de prinses op de erwt. Sinds 1966 heeft Dicke zich al beziggehouden met de kern van de Zon. Toen probeerde hij de vorm van de Zon heel nauwkeurig te meten om te zien of daarin nog iets doorschemerde van een afgeplatte kern. Hij had dat probleem aangegrepen omdat een dergelijke kern de baan van de planeet Mercurius zou wijzigen. Had de Zon een afgeplatte kern, dan zou Dicke's eigen variant op de Algemene Relativiteitstheorie van Einstein (zie ook ons volgende nummer) de Mercuriusbaan beter verklaren dan de gewone versie.
Wat Dicke in 1966 vond, wijkt af van wat anderen later op andere manieren vaststelden. Dicke's afplattingsmaat is 25 maal zo groot als wat volgde uit latere onafhankelijke metingen. Als nevenuitkomst stelde Dicke vast dat het zonsinwendige in twaalf dagen moest ronddraaien. Bij zijn pogingen om nu de trillingsmetingen sluitend te krijgen, heeft Dicke zijn oude omstreden getallen weer van stal gehaald; de beschikbare meetgegevens over de trillingen lieten hem ruimte genoeg. Of de Zon inderdaad een rammelende kern heeft, weten we dus nog niet. Dat onze kennis hierover rammelt, is wel duidelijk.

Dr. W. van Tend Siso kode 552.3

Magneetveldbuizen in de Zon

Hoewel de Zon uit gas bestaat, is zij verre van doorzichtig. Het zonlicht laat ons niet dieper kijken dan enige honderden kilometers onder het oppervlak, terwijl de Zon een middellijn heeft van maar liefst 1.400.000 kilometer. In het proefschrift waarop dr. Aad van Ballegooijen op 29 november 1982 aan de Rijksuniversiteit te Utrecht promoveerde, is beschreven wat er allemaal aan de hand kan zijn onder het dunne oppervlaktelaagje.

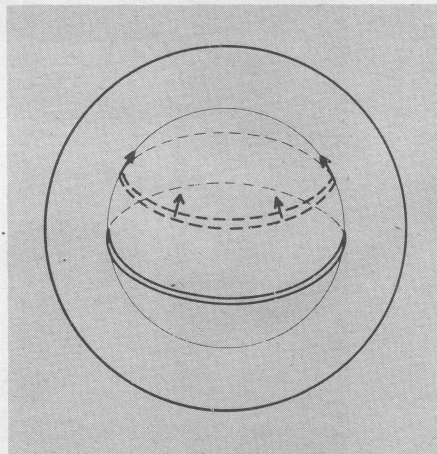
In zonnevlekken kunnen we wat dieper in de Zon kijken dan elders. Het gas in een vlek is naar verhouding koel, en is daardoor wat ingezakt. Bij de lagere temperatuur is infrarood licht beter geschikt voor het bestuderen van de diepe vlek dan zichtbaar licht. Geschikte infrarood apparatuur staat op het Kitt Peak National Observatory in de Verenigde Staten. Waarnemingen die daar zijn gedaan, wezen uit dat het gas onder een zonnevlek duidelijk heter was dan men tot nu toe dacht: de gemeten temperatuur was 5000 tot 5500 graden celsius, waar 4800 graden celsius verwacht werd. Dat betekent dat de vlek zich niet als één dikke koele buis naar beneden voortzet. Het lijkt erop dat de vlek daar uitloopt in een aantal smallere koele buisjes. Daartussenin moet dan gewoon warm gas liggen. Een dergelijke opsplitsing ziet men trouwens ook wel eens aan het oppervlak. Het is het magneetveld, dat het geraamte vormt voor de zonnevlek en de kleinere buisjes. Hoe dit magneetveld nog verder in de diepte doorloopt, is een ontwerp dat meer op theorie dan op waarnemingen is aangewezen.

Magnetische buis

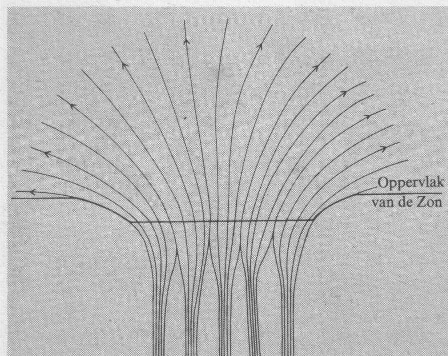
Langs een breedtecirkel op de Zon liggen grofweg om en om plus- en minpolen van het magneetveld. Dat doet dan toch weer denken aan een heel grote magneetveldbuis, die zich rondom de Zon op en neer slingert. De toppen van de golving zijn dan zonnevlekparen. De dalen liggen ergens in de diepte van de Zon. De buis moet daar stevig verankerd zijn, want een zonnevlekkenpaar blijft soms maandenlang rustig liggen. Sterker nog, de elfjarige schommeling in het zonnevlekkengetal wijst erop, dat een buis soms jarenlang ondergedoken blijft; pas op het hoogtepunt van de elfjarige periode komen stukjes ervan naar buiten. In de loop van de elf jaar groeit langzaam de sterkte van het zonnemagneetveld. Hiervoor zorgen rotatieverschillen: bij de polen duurt de aswenteling 34 dagen, aan de evenaar maar 27 dagen. Doordat hij voorloopt op de rest van de Zon kan de evenaar een veldlijn vele malen om de Zon spoelen, waarbij het magneetveld in sterkte groeit. Zo zal na verloop van tijd een veldbuis ontstaan, die duidelijk afsteekt bij zijn omgeving. De gasdruk van buitenaf op de buiswand is in evenwicht met de druk van binnenuit. Die druk van binnenuit komt zowel van het gas binnenin als van het magneetveld. De gasdruk zelf is dus binnen lager dan buiten. Dat kan als het gas binnen lichter of koeler is dan het gas rondom. Is het lichter, dan zal de buis onmiddellijk omhoog drijven. Bovendien zijn de buitenste lagen van de Zon sterk in beweging. Het zou dus geen wonder zijn, als een magneetveldbuis al heel snel helemaal naar buiten gewerkt werd. Toch gebeurt dat kennelijk niet. Nu is het binnenste van de Zon wat minder beweeglijk. Tot $\frac{5}{7}$ zonnestraal uit het midden is het gas in rust: er zijn daar geen bewegende gasbellen, alleen starre rotatie. Straling zorgt hier voor kalm energietransport. Daarboven pas is de koude buitenwereld zo voelbaar dat het gas er op en neer beweegt om de warmte uit het inwendige snel genoeg af te voeren.

Hoe blijft de buis stabiel?

In het rustige inwendige van de Zon zou een magneetveldbuis misschien lang bewaard kunnen blijven. Maar eigenlijk is het er te kalm: een buis komt daar nooit meer weg. Verder zijn er in het binnenste van de Zon geen draaiingsverschillen. Het opspoelen had daar dus al niet kunnen plaatsvinden. De oplossing van de problemen moet te vinden zijn in het grensgebied tussen het kalme binnenste en de beweeglijke schil. Daar bestaan draaiingsverschillen om het magneetveld op te wikkelen en er heerst toch voldoende rust om de veldbuis in wording lang te bewaren. Pas bij wat grotere onrust komt hij gedeeltelijk naar boven.
Dit is nog niet het einde van het verhaal. Een buis kan dan wel op een vaste diepte in de Zon zitten, hij dreigt daar echter nog weg te glippen in de richting van de pool, net als een elastiekje dat zou doen dat strak gespannen over een bepaalde breedtegraad op een bol zit. Een stroming van de polen naar de evenaar op die diepte zou dat kunnen voorkomen. Zulke grootschalige bewegingen moeten er zijn om de draaiingsverschillen op de Zon te kunnen verklaren. In 1979 zijn aan



Een grote veldbuis in de Zon dreigt als een strak gespannen elastiekje weg te glippen naar de pool. Een onderstroming in de Zon blijkt dat tegen te gaan.



Vlak onder een zonnevlek loopt het magneetveld uit in een aantal kleine buisjes.

het oppervlak aanwijzingen gevonden voor de bijbehorende teruggaande stroming, van de evenaar naar de polen dus. Als de stroming in de diepte een veldbuis niet alleen tegenhoudt, maar zelfs langzaam meesleept, dan helpt ook dat nog om de buis in de diepte te houden. Het gas in de buis gaat dan door de verschuiving langzamer draaien dan het gas rondom. Dat gas buiten moet namelijk meedoen aan de algemene zonsrotatie; het gas in de buis heeft daarmee geen verbinding. Hat langzamer draaiende gas in de buis ondervindt minder middelpuntvliedende kracht dan het gas rondom. Het zal dus ook daardoor niet zo gauw mee opstijgen.

Toepassing op sterren

De uitkomsten van dit onderzoek bij de Zon kunnen ook op sterren worden toegepast. Er zijn grote sterren helemaal zonder op- en neergaande gasbewegingen. Er zijn dan geen draaiingsverschillen in de toplaag, en de evenaar kan geen magneetveld opspoelen. Een zonachtig magneetveld is daar dan ook niet waargenomen. Anderzijds zijn er rode dwergsterren waarin het gas overal in beweging is. Zij hebben dus geen rustiger grenslaag om veldbuizen een tijd lang op te slaan. Op deze sterren ziet men veel vlamverschijnselen. Bij de Zon hebben vlamuitbarstingen alles met het magneetveld te maken. De rode dwergen moeten dus toch wel een magneetveld hebben. Dat er daar meer vlammen voorkomen, komt misschien juist doordat de veldbuizen daar niet zo netjes opgeslagen kunnen worden.

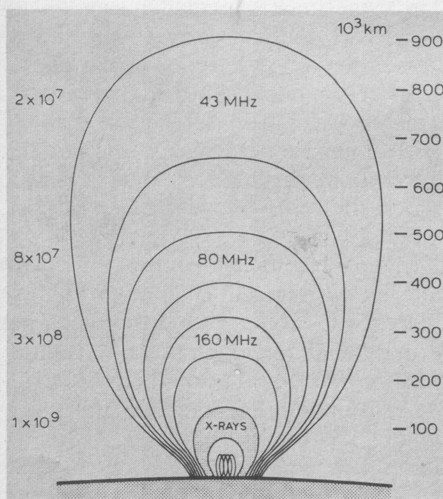
Dr. W. van Tend Siso kode 552.3

Nieuws uit zonne-onderzoek

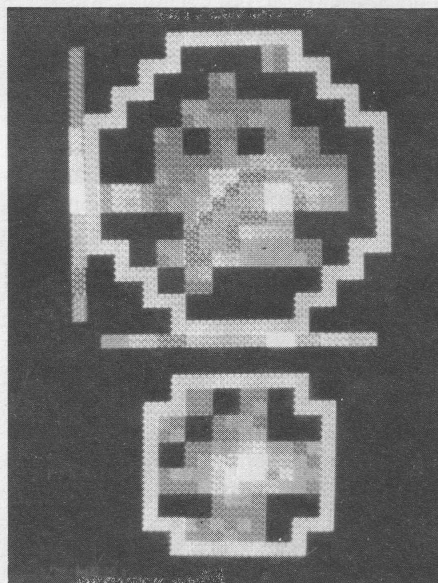
Superhete bronnen in zonnevlammen

Zonnevlammen horen tot de meest spektakulaire verschijnselen die we op onze Zon kunnen zien. Een zonnevlam is een explosie die begint aan het zichtbare oppervlak van de Zon en zich dan meestal in een lusvorm in de hoogte uitbreidt. In de eerste fase van de zonnevlam is de explosie op zijn hevigst. Hij wordt dan gekenmerkt door uitbarstingen van harde röntgenstraling. Die röntgenstoten zijn het gevolg van bundels snelle elektronen die in een grote magnetische lus versneld zijn. Nu is dat eerste begin van zonnevlammen vanaf het aardoppervlak niet goed te bestuderen, omdat onze dampkring röntgenstraling tegenhoudt. Vanuit een kunstmaan kan die fase wel gevolgd worden en dat is drie jaar geleden gedaan met een Utrechts instrument in de Amerikaanse SMM kunstmaan. Dat instrument heet HXIS en het heeft een aantal zonnevlammen waargenomen. Onderzoek aan dergelijke waarnemingen is het onderwerp geweest waarop afgelopen februari dr.A.Duijveman aan de Rijksuniversiteit van Utrecht promoveerde. De meeste röntgenstraling in een zonnevlam wordt uitgezonden als de snelle elektronen de diepere lagen van de zonnedampkring binnendringen, daar waar de voetpunten van de magnetische lus aan het zichtbare zonsoppervlak liggen. De HXIS zag die voetpunten dan oplichten. Wanneer de harde röntgenstoten voorbij waren, zag de HXIS een gebied met een temperatuur van ongeveer veertig miljoen graden celcius. Omdat de temperatuur buiten dit gebied veel en veel lager is, zou men verwachten dat het hete gebied door warmteverlies aan de omgeving in enkele sekonden afkoelt. De hete bron bleef gewoonlijk wel tien minuten zichtbaar voor de HXIS. Kennelijk werd er voortdurend nieuwe energie vrijgemaakt om die hoge temperatuur in stand te houden. Duijveman heeft nu onderzocht hoe dat kan. Het blijkt dat er zeer sterke elektrische stromen nodig zijn. Daarin zit magnetische energie opgeslagen en die kan als warmte vrijkomen, wanneer de stromen een grote weerstand vinden. Er blijkt een kritische waarde te zijn voor de stromen; wordt die overschreden, dan worden in het hete gas golven opgewekt die de weerstand van het plasma voldoende groot maken en daarmee de warmteproduktie laten toenemen. Die toestand duurt net zo lang als de HXIS het hete brongebied ziet. Daarna volgt een snelle afkoeling.

De struktuur van een zonnevlam. Alleen beneden in de zonnevlam wordt röntgenstraling geproduceerd. De geladen deeltjes in de vlam bewegen langs de magnetische veldlijnen die een gesloten lus vormen. Links staat het aantal elektronen per kubieke centimeter aangegeven, rechts de hoogte boven de Zon in duizenden kilometers. Illustratie LRO, Utrecht



Een HXIS-plaatje van een zonnevlam (op 30 april 1980). De lichtste plek in het patroon is het hete gebied bij de voetpunten van de vlam. Foto LRO, Utrecht



Zon groter dan gedacht

Bijna alle infraroodstraling van de Zon komt uit een dunne laag heet gas op enkele duizenden kilometers boven het zichtbare oppervlak van de Zon. Die dunne laag wordt de chromosfeer genoemd. NASA-onderzoekers die tijdens de totale zonsverduistering van 31 juli 1981 vanuit een vliegtuig infraroodmetingen aan de chromosfeer deden, hebben ontdekt dat de chromosfeer van de Zon meer dan 2000 km dikker is dan tot nu toe altijd werd aangenomen. Hun bevindingen zijn pas afgelopen januari in de vakpers gepubliceerd. De dikte van de chromosfeer wordt afgeleid uit modelberekeningen. Het is vreselijk moeilijk de dikte rechtstreeks te meten. Eén van de weinige gelegenheden om dat te doen, is tijdens zonsverduisteringen wanneer de rand van de Maan langzaam voor de zonnerand schuift en er als het ware een profiel door de laag net boven het zichtbare oppervlak van de Zon gemeten kan worden. De gemeten grotere dikte van de chromosfeer kan betekenen dat de modellen niet helemaal goed zijn.

Denkende zonnespiegel

Onderzoekers van de Lockheed laboratoria in het Californische Palo Alto hebben een kunststof teleskoopspiegel ontwikkeld die zichzelf kan aanpassen aan het opvallende zonlicht. Een probleem bij het bekijken en fotograferen van de Zon is dat de waarnemers vaak met onrustige lucht en daardoor beeldvertekening te maken hebben. De vinding van de Lockheed onderzoekers helpt hier iets tegen te doen. De spiegel bestaat uit negentien precies in elkaar grijpende zeshoeken van spiegelende kunststof. Aan elke zeshoek zit een sensor die de vertekening van het beeld meet. Die sensor geeft daarop een signaal af waarmee drie uiterst kleine klepjes onder de spiegel tot een paar duizendsten van een millimeter versteld kunnen worden. Zo kan de stand van elke zeshoek iets veranderd worden en het resultaat is dat daarmee de beeldvertekening merkbaar wordt gekorrigeerd. Ook bewegingen van de teleskoop zelf kunnen opgemerkt en door standveranderingen van de spiegel tegengegaan worden. Het systeem is afgelopen januari met sukses beproefd.

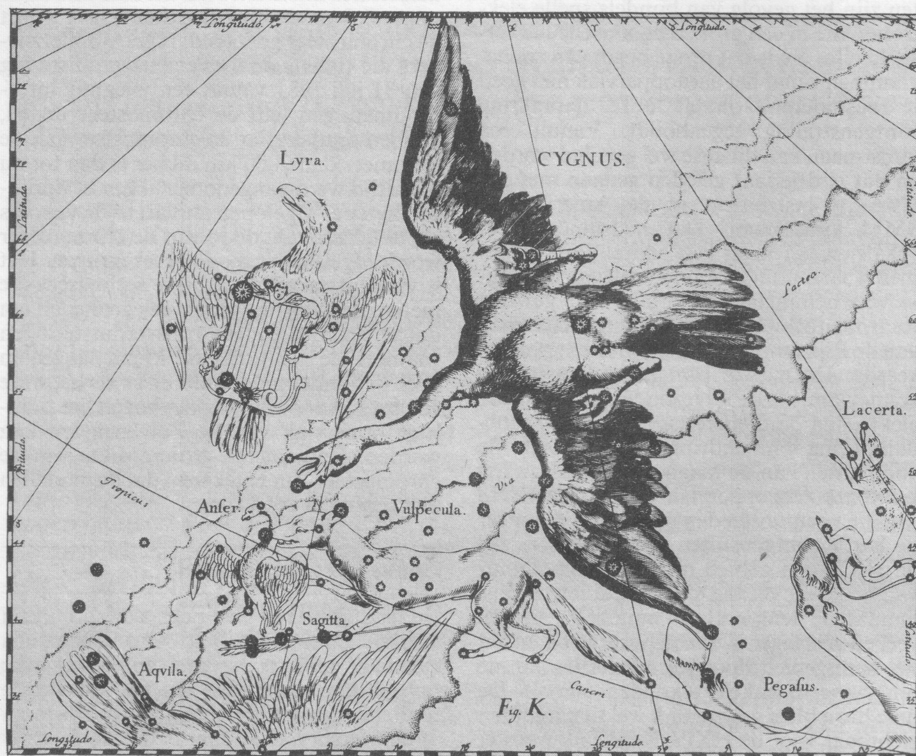
Negentien spiegelende zeshoeken die elk hun stand iets kunnen veranderen. Dat maakt een spiegel die beeldvertekening door luchtonrust vrijwel geheel opheft. Foto Lockheed



De hemel en natuur in juli en augustus

Ada Molkenboer

Siso kode 552/577.2



Het is nu hoogzomer en wanneer de weergoden meewerken, kunnen we daar van genieten. Vooral door het optreden van buien zijn juli en augustus echter gewoonlijk ook de natste maanden van het jaar. De hulp van de weergoden is ook nodig om de meteorenzwerm van de Perseïden te kunnen bekijken. De Maan zal in ieder geval goed meewerken, want hij gaat al in de avond onder.

In juli en augustus schommelt de dagelijkse hoogste temperatuur gemiddeld rond 21 °C, terwijl het 's nachts gemiddeld niet koeler wordt dan bijna 12 °C. Het is te hopen dat de neerslag beperkt blijft; gemiddeld valt er in juli en augustus samen 163 millimeter. Tot half mei was 1983 in ieder geval al behoorlijk nat. Er was tot die datum over het hele land gemiddeld al 290 mm neerslag gevallen, tegen 210 mm normaal. Het vliegveld Deelen, dat één van de natste plekken van ons land is, had tot half mei zelfs al 350 mm te verwerken gehad. Veel neerslag komt in de zomermaanden tijdens (onweers)buien omlaag. Gemiddeld wordt in juli en augustus op 33 dagen (van de 62 in totaal) ergens onweer gehoord.

Het onweer heeft te maken met de hoge temperaturen in deze tijd van het jaar. Gemiddeld stijgt de temperatuur op 36 dagen boven de 20 °C (dat zijn de zogeheten warme dagen), op negen dagen tot boven de 25 °C (waarmee een zomerse dag wordt behaald) en op twee dagen tot boven de 30 °C (zo'n dag heet tropisch). Door de sterke verwarming van het aardoppervlak wordt de lucht instabiel en dat kan tot onweer leiden. Daarbij bestaan globaal twee soorten onweersbuien. De buien kunnen in de warme lucht boven ons land ontstaan en uitwoeden, zonder dat ze aan de algemene luchtcirkulatie iets veranderen. Dat noemt men dan warmte-onweer; in de regel wordt het weer warm zodra de bui weg is. Wanneer onweer samenhangt met de scheidslijn tussen warme en koele lucht, ontstaat storings-onweer. Heel berucht zijn bij ons de onweerskomplexen die in zo'n situatie boven Frankrijk ontstaan en bij ons vrijwel altijd een luidruchtig eind maken aan het zomerweer. De buien uit dergelijke storingen kunnen heel zwaar zijn, met hagelstenen tot de afmetingen van duiveneieren. Omdat die stenen van kilometers hoogte naar beneden komen vallen, is het begrijpelijk dat ze schade kunnen aanrichten.

Rond 15 juli valt vrijwel altijd een periode met mooi weer. Daarna komen de hondsdagen, een zesweekse periode met de meeste neerslag van het hele jaar. "Als het op St.Margriet (20 juli) aan het regenen is, regent het zes weken gewis" zegt de volksweerspreuk. En in Frankrijk zegt men iets dergelijks: "Quand il pleut à Sainte Marguérite, il pleut quarante jours de suite."

De naam hondsdagen stamt uit de klassieke oudheid, toen na half juli de ster Sirius, de zeer heldere hoofdster van het beeld Grote Hond, weer in de ochtendschemering zichtbaar begon te worden. De hondsdagen golden door hun grote hitte en droogte als de ongezondste van het jaar. Aan het eind daarvan begon een door iedereen zeer verlangde natte periode. Deze situatie geldt niet meer, maar de naam is gebleven.

Na half augustus begint de herfst zich al heel voorzichtig aan te kondigen in de vorm van bedauwde spinnewebben en uitbundig bloeiende gulden roede. Op 31 augustus komt, meteorologisch gezien, een eind aan de zomer. De volgende dag begint voor de weerkundigen de herfst.

Veel onkruiden en stekels

De maand juli is erg geschikt om eens wat veldboeketjes samen te stellen. In de meeste tuinen bloeien nu bloemen in allerlei kleuren, maar ook in de bermen, langs de slootkant en op de zogeheten ruderale terreintjes (of onkruidakkers) kan men allerlei soorten, maten, kleuren en stekeligheden onder de bloemen vinden. Het nadeel van een veldboeket is de aanwezigheid van luizen en andere beestjes. Wanneer men het boeket op het terras of het balkon in een vaas zet, blijft het beestenspul buiten en wordt ook de tuin gevrijwaard van een invasie. De net genoemde ruderale terreintjes zijn stukjes grond waar niets mee gedaan wordt en waar de vegetatie rustig zijn gang kan gaan. In heel wat gemeenten laat men tegenwoordig van dat soort terreintjes bestaan.

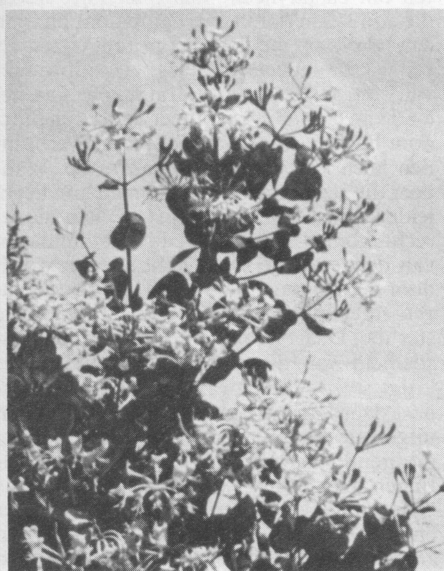
De zomermaanden bieden een uitstekende gelegenheid eens te letten op de verschillende lathyrus-soorten die er zijn. Er zijn heel kleine die er uitzien als gras en maar een enkel rood, roze of geel bloempje hebben. De iets grotere, geveerd bladige lathyrussen, zoals de moeraslathyrus en de grote aardaker, vallen beter op.

De andere vlinderbloemigen zijn ook in allerlei vormen en kleuren op diverse plaatsen te vinden. We denken aan het kroonkruid, het vogelpootje, de hokjespeul en niet te vergeten de verschillende soorten wikke, in allerlei samenstelling en kleuren.

In bossen waar gekapt is en de open plek nog niet weer beplant is of maar

net tevoren, kan men in de zomermaanden een fraai paars-roze kleed van wilgeroosjes zien. Het wilgeroosje komt ook voor op open plekken waar een bosbrand heeft gewoed en de bodem voedselarm is. Op dat soort plekken treft men het wilgeroosje aan, samen met het (gele) kruiskruid, de bochtige smele, het vergeet-mij-nietje, bramen, schaduw-kruiskruid, bergvlier en misschien een wilgje, wat schapezuring, kruipend struisgras en pilzegge. Het uitgebloeide wilgeroosje heeft een erg fraai openspringend vruchtpluis.
Tot de vervelendste prik- en stekeldingen van de zomer hoort de brandnetel. In onze tuinen komt hij als een kleine geniepige prikker voor; op afvalterreinen groeien soms meer dan een meter hoge brandnetels. Wanneer men in aanraking is geweest met een brandnetel, is de beste remedie niet aan de pijnlijke plek te komen; de jeuk verdwijnt dan het snelst.
Lastig zijn ook de doornen van bramen, vooral natuurlijk omdat wij niet van die planten af kunnen blijven (hoe anders komen we immers bij de vruchtjes, de bramen?). De bereklauw, een andere prikker, heeft niet voor niets zo'n agressieve naam. De bladpunten kunnen bij aanraking vooral kinderen zeer vervelende, brandwondachtige plekken geven. Distels zijn ook vervelend, maar we kunnen ze gemakkelijk ontwijken.
Heel fraai zijn in deze tijd van het jaar de in het zaad gekomen schermen van de wilde peen. Ze lijken een vanginstrument voor insekten, maar dat is niet zo. De Daucus carota, zoals de wilde peen officieel heet, bezit heel kenmerkend midden in het scherm van witte bloemen één enkel donkerpaars bloempje.
In deze tijd verschijnen ook weer de eerste bessen van de kamperfoelie. Veel bessen zijn giftig en omdat ze er voor kinderen heel aantrekkelijk uitzien, is dat dus uitkijken geblazen.

De hele zomer kan men de sterk geurende wilde kamperfoelie aantreffen. De plant komt in ons land op veel plaatsen voor, in België is hij vrij zeldzaam. Foto Ada Molkenboer

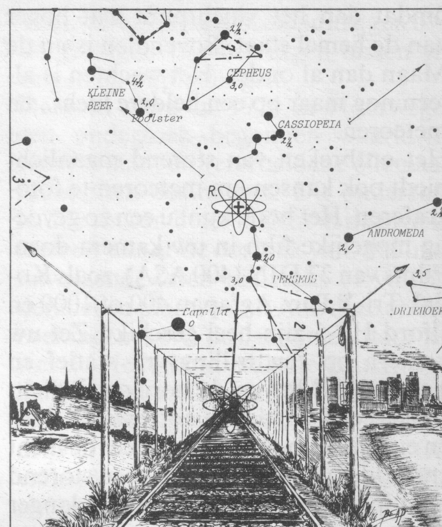


De hemel

We zijn de langste dag en kortste nacht al weer gepasseerd en de dagen beginnen korter te worden. Eind augustus is het nog veertien uur licht per etmaal, al drie uur minder dan op 21 juni. In de eerste helft van augustus, wanneer er rijkelijk meteoren te zien zijn, is het van middernacht tot half vier 's ochtends donker.
Hoog in het noorden staat de Draak, met daaronder de Kleine Beer en de Poolster. De Grote Beer zakt naar het noordwesten. In het noordoosten klimmen Cepheus, Cassiopeia en Perseus naar een positie hoger aan de hemel. In het zuidoosten en later hoog in het zuiden is de zo kenmerkende zomerdriehoek van de heldere sterren Wega (Lier), Deneb (Zwaan) en Altair (Arend) te zien. Ten oosten van Altair kunnen we het fraaie sterrenbeeldje Dolfijn ontwaren. Hoog in het zuidwesten vinden we de beelden Hercules en Noorderkroon. Boötes, met de heldere ster Arcturus, schuift geleidelijk naar het westen. In het noordwesten verdwijnt de Maagd naar de horizon. Laag in het zuiden zien we in juli nog de heldere Antares, de rode hoofdster van de Schorpioen. Verder staan laag aan de zuidelijke hemel weinig opvallende beelden.
Wie in de komende weken toch nog besluit naar het warme en zonnige zuiden te vertrekken, zal daar 's nachts kunnen konstateren dat hij/zij inderdaad een aantal breedtegraden zuidelijker zit dan de achterblijvers in Nederland en België. Al in Zuid-Frankrijk staat de Poolster duidelijk wat minder hoog aan de noordelijke hemel dan bij ons. Bovendien is de zomerdriehoek aan de hemel omhoog geschoven, tot vrijwel in het zenit. De Schorpioen, met zijn sterrenkoncentratie rond Antares, is op zuidelijker breedten een heel fraai sterrenbeeld. Wanneer de hemel goed donker en helder is, loopt de Melkweg als een majestueuze band hoog door het zuiden.

De planeten

Mercurius is in deze maanden niet te zien. Venus is alleen in juli kort na zonsondergang in het noordwesten nog zichtbaar. Op 12 en 13 juli staat het smalle maansikkeltje (het was Nieuwe Maan op 10 juli) vlakbij Venus. Dat wordt een mooie samenstand om met de telelens te fotograferen.
Mars staat na 20 juli aan de ochtendhemel; hij is vlak voor zonsopkomst te zien. Jupiter staat 's avonds in het zuiden en gaat pas na middernacht onder. Saturnus is tot rond middernacht in het zuidwesten en later het westen te zien. Uranus staat deze maanden dicht bij Jupiter. Zijn helderheid is magnitude +6, zodat u hem wel met een verrekijker moet zoeken.



Zo ziet de noordoostelijke sterrenhemel er rond half augustus om een uur of 11 's avonds uit. De radiant (of het vluchtpunt) van de Perseïden is met een R aangegeven. De meteoren lijken allemaal uit dat punt vandaan te komen. Dat is echter een perspektief-vertekening, helemaal vergelijkbaar met het spoorwegrails en -overspanning zoals die onderin getekend zijn. Illustratie Ben Apeldoorn

Vallende sterren

De maand augustus is dé meteorentijd van het jaar. Niet alleen is er de jaarlijkse Perseïden-zwerm, met zijn maximum op 11 augustus, in de eerste helft van de maand zijn er nog de δ-Aquariden en de α-Capricorniden, terwijl in de tweede helft van de maand de Cygniden zullen verschijnen. Meteoren worden genoemd naar de plaats van hun vluchtpunt. Dat is de plek aan de hemel waar ze ogenschijnlijk vandaan komen. Ze razen in werkelijkheid allemaal in evenwijdige banen naar ons toe. We zien hun banen echter vertekend door het perspektief, net zoals we de sneeuwvlokken van een sneeuwbui uit één punt op ons af zien komen wanneer we met een auto door de bui heen rijden. Zowel de Capricorniden als de Cygniden bewegen naar verhouding langzaam en trekken daardoor lange en vaak nogal heldere sporen aan de hemel. Helaas zullen zowel de Aquariden en Capricorniden als de Cygniden slecht te zien zijn door het storende schijnsel van de Maan. Wat dat betreft zijn de omstandigheden voor het waarnemen van de Perseïden vrijwel ideaal: Nieuwe Maan op 8 augustus. De tweede helft van de nacht is de beste periode om te kijken,

omdat dan het vluchtpunt wat hoger aan de hemel staat. Bovendien is nu de Maan dan al onder. Het wachten is alleen nog maar op een heldere lucht...en meteoren.
Het ontbreken van storend maanlicht biedt ook kansen om meteoren te fotograferen. Het beste kunt u een zo gevoelig mogelijke film in uw kamera doen. Films van 27 DIN (400 ASA), zoals Kodak Tri-X Pan, Agfapan 400 of 1000 en Ilford HP-5 zijn heel geschikt. Zet uw kamera op een trillingsvrij statief en richt op 60° boven de horizon. Belicht steeds een kwartier en noteer het begin- en eindtijdstip. Alleen wanneer de lucht erg helder is en wanneer er geen storend licht in de buurt is, heeft het zin langer dan een kwartier te belichten. Het kan ook de moeite lonen op het hoogtepunt van de zwerm, tijdens de nachten van 10 op 11, 11 op 12 en 12 op 13 augustus, te proberen opnamen op diafilm te maken. Bedenk daarbij wel dat alleen de helderste meteoren kans maken een spoor op de film achter te laten.

Agenda

Samenstelling **Lia van Loon**

Het Natuurmuseum in **Enschede** heeft tot 1 oktober een tentoonstelling ingericht met vogels als thema. Speciaal van de in ons land levende soorten wordt informatie gegeven over de bouw en leefwijze. Bovendien is een aantal vogelsoorten in de prachtige diorama's van Klaas Visser geplaatst. Daarin zijn de vogels in hun eigen leefomgeving te zien. De openingstijden zijn dinsdag tot en met zaterdag van 10 tot 12.30 en van 13 tot 17 uur, en op zondag van 14 tot 17 uur. Het adres is De Ruyterlaan 2, Enschede, telefoon 053-323409.

Voor de bewonderaars van oude bouwkunst is er goed nieuws uit **Enkhuizen**. Daar is in mei van dit jaar bij het Zuiderzeemuseum het nieuwe buitenmuseum geopend. Tot 16 oktober kan men daar 135 huizen, winkels en werkplaatsen bekijken. Die zijn daar bij elkaar gebracht uit verscheidene vissersdorpen langs het IJsselmeer en de Waddenzee. Al deze panden moesten op hun oorspronkelijke plaats worden gesloopt. Daarop zijn ze steen voor steen naar Enkhuizen overgebracht. Zelfs een gracht ontbreekt niet in de dorpsstruktuur die men heeft weten te scheppen. De bouw heeft twintig jaar geduurd. De openingstijden zijn maandag tot en met vrijdag van 10 tot 17 uur en op zondag van 12 tot 17 uur.

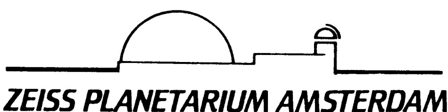
Het Geologisch Museum **Heerlen** heeft tot 4 augustus een tentoonstelling binnen haar muren met als titel Evolutie van beenvissen. De tentoonstelling beperkt zich tot de groep van de Ware Beenvissen (Teleostei), waarvan in totaal zo'n 19.000 soorten in de huidige zeeën voorkomen. Deze groep beenvissen verscheen ongeveer 200 miljoen jaar geleden en is vooral de laatste 100 miljoen jaar sterk in soortenaantal toegenomen. Het museum is geopend maandag tot en met vrijdag van 9 tot 12 en van 14 tot 16 uur. Het adres is Voskuilenweg 131, Heerlen, telefoon 045-711910.

In het Rijksmuseum voor Volkenkunde in **Leiden** is tot en met 21 augustus een tentoonstelling te zien onder de titel Land van de Vreedzame Draak. Deze tentoonstelling geeft wat meer bekendheid aan het enigszins geheimzinnige Boethan, een koninkrijk dat hoog in de Himalaya ligt ingeklemd tussen China, India en Nepal. De openingstijden zijn dinsdag tot en met zaterdag van 10 tot 17 uur en zondag van 13 tot 17 uur. Het adres is Steenstraat 1, Leiden, telefoon 071-132841.

Brabants bodem is de titel van de tentoonstelling die door het Milieu Educatie Centrum in **Eindhoven** is ingericht. Daar is tot 28 september te zien hoe de bodem van Brabant is opgebouwd en welke faktoren er een rol bij hebben gespeeld. Het centrum is geopend maandag van 13.30 tot 17 uur en dinsdag tot en met vrijdag van 9 tot 17 uur. Het adres is Genneperweg 145, Eindhoven, telefoon 040-526665.

In het Technisch Tentoonstellingscentrum TTC in **Delft** is tot en met 12 november onder de titel Lijnen en Golven een tentoonstelling te zien over de twee beroemde Britse geleerden Faraday en Maxwell. Zonder deze onderzoekers zou de elektrotechniek zich in de vorige eeuw niet zo stormachtig hebben kunnen ontwikkelen. Op het werk van deze twee Britten bouwen wij met onze hele moderne elektronika nog steeds voort. Het centrum is dagelijks geopend van 10 tot 17 uur, behalve op zon- en feestdagen. De toegang is gratis. Het adres is Kanaalweg 4, Delft, telefoon 015-783038.

De mens als jager is de titel van een tentoonstelling over de levenswijze van de prehistorische mens. De tentoonstelling is tot en met 21 augustus te zien in het Rijksmuseum van Geologie en Mineralogie in **Leiden**. Het museum is geopend van maandag tot en met vrijdag van 10 tot 17 uur en op zondag van 14 tot 17 uur. Op zaterdag en op feestdagen is het museum gesloten. De toegang is gratis. Het adres is Hooglandse Kerkgracht 17, Leiden, telefoon 071-124741.



ZEISS PLANETARIUM AMSTERDAM

Programma juli en augustus

'smaandags slechts één voorstelling:
15.30: Op reis naar andere planeten (spektakulair showprogramma over modern planetenonderzoek).

Dinsdag t/m zondag geopend van 09.30 tot 18.00 (in het weekend geopend tot 19.00 uur). Programma:
10.00: Op reis naar andere planeten.
11.30: Op reis naar andere planeten.
13.00: In de maand juli: De vakantie-sterrenhemel (live-programma over mooie objekten aan de zomersterrenhemel)
13.00: In de maand augustus: De sterrenhemel van de maand (live-programma over Venusovergangen, Perseiden, etc.).
14.30: Op reis naar andere planeten.
16.00: Op reis naar andere planeten.
17.30: (alleen op zaterdag en zondag): in de maand juli: de vakantiesterrenhemel en in de maand augustus: de sterrenhemel van de maand.

Gelieve bijtijds aanwezig te zijn; de voorstellingen beginnen stipt op tijd.
Het Planetarium is bereikbaar met openbaar vervoer: vanaf Amsterdam CS of Amsterdam Amstel met de Metro richting Gaasperplas; uitstappen bij het eindpunt. Met de auto: vanaf de Gaasperdammerweg (A9; de verbindingsweg tussen de A1 en de A2) afslag Gaasperplas aanhouden.
Voor meer informatie: Zeiss Planetarium Amsterdam, Kromwijkdreef 11, 1108 JA Amsterdam-zuidoost. Tel.020 - 963484.

Astronomisch nieuws

Sterren verslinden elkaar

Meer dan de helft van alle sterren is op zijn minst een dubbelster. Wanneer een van de twee sterren het einde van zijn leven nadert en begint op te zwellen, kan hij zo ver uitdijen dat zijn begeleider in zijn buitenste lagen terecht komt. Dat heeft twee effekten: de buitenste lagen worden afgestoten en de omloopsnelheid van het stelsel wordt enorm opgevoerd. In theorie was dit verschijnsel al beschreven, maar twee Amerikaanse astronomen (Albert Grauer van de universiteit van Arkansas en Howard Bond van de Louisiana Staatsuniversiteit) hebben sterke aanwijzingen gevonden dat het verschijnsel echt optreedt. Hun meest sprekende aanwijzing is de centrale ster van de planetaire nevel Abell 41 in het zuidelijke sterrenbeeld Serpens Cauda (de staart van de Slang). Die centrale ster blijkt dubbel te zijn en de beide komponenten lopen elke 2 uur en 43 minuten om elkaar heen! Een planetaire nevel, die zijn naam dankt aan het feit dat hij er in een teleskoop met lage vergroting uitziet als een wazig planeetschijfje, is het eindprodukt van sterren die op onze Zon lijken. Aan het eind van hun leven, wanneer de sterren bijna door hun voorraad waterstof om te verbranden heen zijn, zwellen ze enorm op. Wanneer die sterren nu dubbel zijn en hun begeleider voldoende dicht bij staat, kan die terecht komen in de uitgedijde buitenlagen van de stervende ster. De begeleider wordt door de wrijving met het gas in de buitenlagen afgeremd en spiraliseert naar de andere ster toe. Daarbij jaagt hij de omwentelingssnelheid van die andere ster op. De ster krijgt steeds meer draaiingsenergie en verliest daardoor op een bepaald moment zijn uitgezette buitenlagen. Die vliegen als een uitdijende gaswolk regelmatig in alle richtingen naar buiten: een planetaire nevel is geboren. De kleine rest van de stervende ster en de ingevangen begeleider vormen nu een zeer nauw dubbelstelsel dat in heel korte tijd

om het gemeenschappelijk zwaartepunt loopt. Iets dergelijks vinden we in de nevel Abell 41. Grauer en Bond hebben nog drie andere, soortgelijke gevallen ontdekt waarbij de omlooptijden variëren van 11 tot 16 uur. Het idee krijgt nog op een andere manier ondersteuning. De astronoom Bernard Bopp ontdekte enkele jaren geleden een nieuwe klasse van sterren. Het gaat om gele reuzensterren (sterren die aan het eind van hun leven zijn gekomen en opgezwollen) die veel sneller rond hun as draaien dan bij die sterren verwacht kan worden. De snelle rotatie is wel verklaarbaar als die sterren een begeleider hebben opgeslokt die hen aan het versnellen is.

Frans-Russische UV-teleskoop in de ruimte

Afgelopen maart werd een van de grootste astronomische kunstmanen tot dusver gelanceerd. Onder de naam Astron vertrok op 23 maart een aangepaste versie van de Russische Venera met aan boord een 450 kilo wegende ultraviolet teleskoop. De Venera heeft een massa van 3500 kilo. De teleskoop is een samenwerkingsprojekt van het Laboratoire d'Astronomie Spatiale (LAS) in Marseille en het Observatorium van de Krim in de Sovjet Unie. De teleskoop heeft een lengte van vijf meter, een opening van 80 cm en een brandpuntsafstand van 8 meter. Aan de teleskoop zit een spektrometer van Franse makelijk gekoppeld, die met het hoge oplossende vermogen van 0,04 nanometer het hele golflengtebereik van 115,0 tot 350,0 nanometer bestrijkt. De Astron zit in een langgerekte baan, waarvan het laagste punt op 2000 km en het hoogste punt op 200.000 km boven het aardoppervlak ligt. De baan maakt een hoek van 51,5° met de evenaar. Een groot deel van de tijd bevindt de kunstmaan zich daarom boven de storende Van Allen stralingsgordels. Met de Astron zullen zulke objekten als pas geboren en jonge sterren, kernen van aktieve melkwegstelsels en de hemelachtergrond bekeken worden. Ook wordt aandacht besteed aan sterontwikkeling, massaverlies van sterren en chemische samenstelling van sterren.

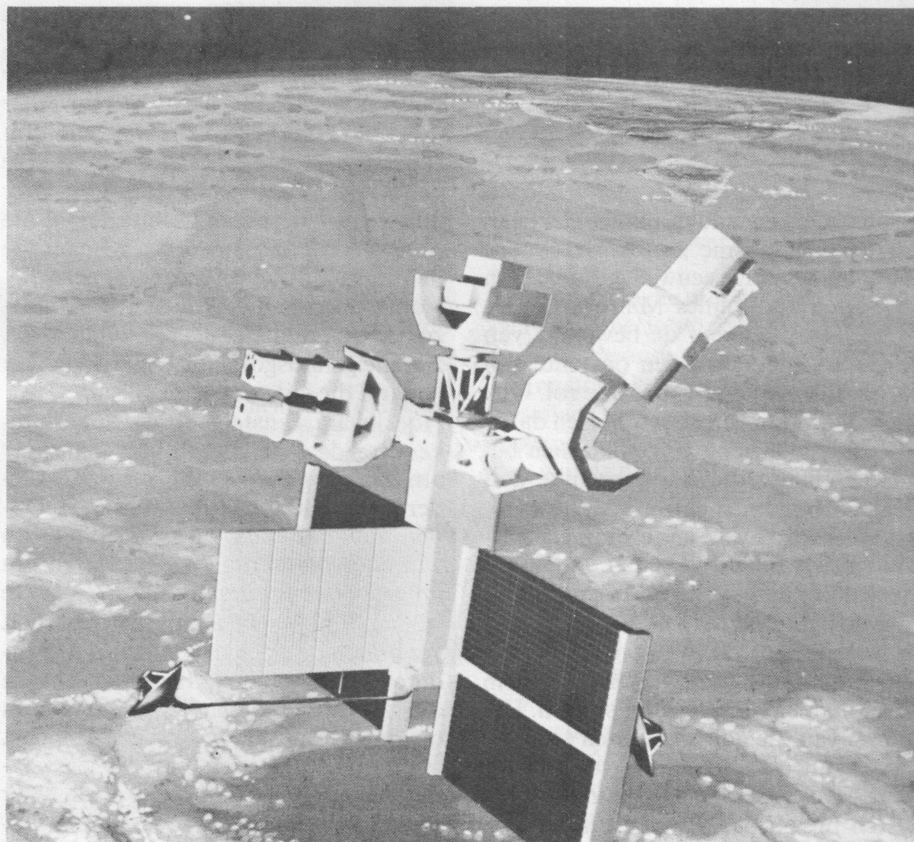
Internationale UV-teleskoop

Onder de naam Starlab zijn Australië en Canada een ultravioletteleskoop aan het ontwikkelen die in 1989 op een Amerikaans ruimteplatform door een Space Shuttle in de ruimte gebracht moet worden. De teleskoop wordt van het Ritchey-Chrétien type, ongeveer 5 meter lang, 2 meter in doorsnede en samen met een aangekoppeld instrumentenpakket ongeveer 1800 kilo zwaar. De teleskoop heeft een effektieve opening van 1 meter. Het teleskoopkomplex zal worden bevestigd aan een platform, waarschijnlijk van het SASP (Science and Applications Space Platform) type. Daarbij worden de teleskoop en twee aanvullende instrumentenpakketten gemonteerd op een soort pallets zoals die voor het Spacelab zijn ontwikkeld. Starlab wordt een meermalen bruikbare konstruktie. Gedacht wordt aan tien tot vijftien vluchten in twintig jaar tijd. Hij wordt zodanig opgezet dat hij van andere spiegels, voor waarneming in het zichtbare licht, kan worden voorzien.

De energie van leegte

De sterstelsels in het heelal raken steeds verder van elkaar. Zo komt er steeds meer lege ruimte bij. Nu is niets gratis; zelfs het aanmaken van lege ruimte kost energie. Dat lege ruimte toch energie vertegenwoordigt, komt tot uiting in het zogenaamde Casimir-effekt. Casimir onderzocht omstreeks 1950 bij Philips radiogolven die opgesloten zijn tussen twee metalen platen. Als metalen platen heel dicht op elkaar staan, is ertussen bijna geen ruimte voor golven. Alleen korte golflengten passen er tussen. Als de platen wat uit elkaar gaan, krijgen ook golven met langere golflengten mogelijkheden. Geboden mogelijkheden laat de natuur niet ongebruikt. Als een golf een bestaansmogelijkheid heeft, dan is hij nooit helemaal met zekerheid afwezig, zo zegt het onzekerheidsbeginsel uit de kwantummechanika. Om de nieuwe mogelijkheden te vullen met de onvermijdelijke golven is energie nodig. De "lege" ruimte tussen metalen platen strijkt deze energie op door aan de platen te trekken. Het kost dus arbeid om hun onderlinge afstand te vergroten. Deze zaken past men tegenwoordig toe in beschrijvingen van de levensloop van het heelal. Ook bij het uitzetten van het heelal eist de nieuwe "lege" ruimte energie op. Dat gaat ten koste van de uitzettingssnelheid. De energie van lege ruimte wordt echter vooral van groot belang, wanneer het heelal ooit weer zou gaan inkrimpen (de beschikbare waarnemingen wijzen overigens niet op een dergelijke toekomst). Bij een flinke inkrimping krijgen de elementaire deeltjes steeds minder ruimte. We zijn er aan gewend dat een gas bij sterk samenpersen gaat neerslaan als vloeistof. Deeltjes die met hun heelal worden samengedrongen, slaan neer als..."lege" ruimte! Die lege ruimte neemt de energie over van de deeltjes waarvoor geen plaats meer is. Op deze manier ontkomt het heelal aan volledige ineenstorting: vlak voordat het zover is, zet het zijn deeltjes om in meer ruimte. Als er weer meer ruimte is, kunnen de deeltjes terugkomen.Het heelal begint aan een nieuw tijdvak van uitzetting. Het kan zijn dat dit nieuwe begin niet helemaal hetzelfde is als het oude begin. Het heelal zou meer deeltjes en minder lege ruimte kunnen bevatten dan eerst. Zo zou het kunnen zijn dat ons redelijk gevulde heelal in een aantal stappen is ontstaan uit een bijna "lege" voorloper. PvT

Een illustratie van het platform waarop het Starlab bevestigd wordt. Aan het platform zijn drie pallets gemonteerd, waarop de teleskoop en de aanvullende instrumentpakketten komen te staan.



Japan lanceert röntgensatelliet

Van het Kagosjima Ruimtevaartcentrum werd op 20 februari van dit jaar de ASTRO-B (bijgenaamd *Tenma*) in de ruimte gebracht. Dit is de achtste wetenschappelijke satelliet van Japan en de 26ste kunstmaan die door dat land is gelanceerd.
De ASTRO-B is met een gewicht van ongeveer 220 kilo de zwaarste wetenschappelijke kunstmaan die door Japan tot nog toe in de ruimte is gebracht. Het ding heeft een hoogte van 89,5 centimeter en een doorsnede van 110,4 cm. Met de Tenma wordt voortgeborduurd op het onderzoek dat met de CORSA-b (Hakutsjo) in 1979 werd begonnen. De ASTRO-B kijkt naar röntgenstraling, vooral afkomstig van nevels en melkwegstelsels en doet zeer gedetailleerde metingen aan de zogeheten röntgenbursters (zie ook het artikel over de EXOSAT in het vorige nummer van A&K).

Heeft Einstein ongelijk?

Dr. W. van Tend Siso kode 531.4

Waaraan denkt u bij het woord relativiteitstheorie? Aan de loze opmerking "Ach, sinds Einstein weten we toch dat alles maar relatief is"? Aan uw oom, die elektrotechnisch ingenieur is en die beweert dat Einstein toch wel een ernstige fout heeft gemaakt? Aan ruimteschepen uit science fiction films die razendsnel optrekken tot boven de lichtsnelheid? Om duidelijk te maken wat de relativiteitstheorie werkelijk inhoudt en of Einstein nu wel of niet gelijk heeft, brengt Aarde en Kosmos een reeks van drie artikelen, waarvan hier het eerste.

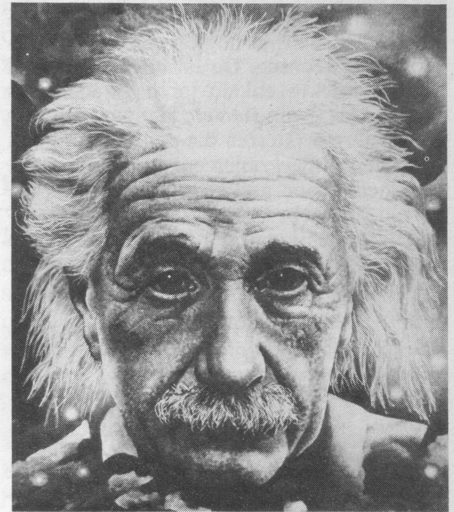
Einstein's eerste publikatie over relativiteit verscheen in 1905 en heette "Over de elektrodynamika van bewegende lichamen". De wortels van de theorie liggen dus in de elektrodynamika, het vak dat het verband beschrijft tussen elektriciteit en magnetisme.
Een stilstaand elektron geeft aanleiding tot een elektrisch veld waarin positieve ladingen worden aangetrokken. Een bewegend elektron kunnen we ons voorstellen als een elektrische stroom en een elektrische stroom wekt een magnetisch veld op. Een waarnemer voor wie een elektron beweegt, ziet dus zowel een elektrisch veld als een magnetisch veld. Een waarnemer die met het elektron meereist, ziet alleen een elektrisch veld. Voor hem is het elektron immers in rust. Dit gevolg van de theorie die Einstein in 1905 beschreef, het gegeven dat de natuurkundige wereld er voor stilstaande waarnemers kennelijk anders kan uitzien dan voor bewegende waarnemers, zullen we in de relativiteitstheorieën van Einstein steeds terug zien komen.

Licht als golfverschijnsel

Einstein bedacht niet iets volslagen nieuws. De verbanden tussen elektriciteit en magnetisme zijn in de tweede helft van de vorige eeuw al vastgelegd in de wetten van James Maxwell (1831-1879). Daarin speelt de beweging van de elektrische lading ten opzichte van de waarnemer een belangrijke rol. Ook laten de wetten van Maxwell zien dat er elektromagnetische golven kunnen bestaan. Iemand die een dergelijke golf ziet voorbijkomen, meet een veranderend elektrisch veld en tegelijk een veranderend magnetisch veld. Licht en radiostraling zijn voorbeelden van deze golfverschijnselen.
In de tijd van Maxwell wisten de natuurkundigen al goed weg met golven in water, in lucht en in andere stoffen. Het gedrag van die golven konden ze voorspellen uit eigenschappen van de stof waarin ze liepen. De natuurkundigen wisten bijvoorbeeld welke krachten in samengedrukte lucht konden optreden en daaruit konden ze de snelheid van geluidsgolven berekenen. Met die ervaring in het achterhoofd meenden de natuurkundigen dat ook de elektromagnetische golven een drager moesten hebben.
De stof die de elektromagnetische golven droeg, noemde men ether. Deze natuurkundige term heeft niets van doen met de scheikundige stof ether, die de bekende ziekenhuislucht veroorzaakt. Om de elektromagnetische golven te laten lopen overeenkomstig de wetten van Maxwell en overeenkomstig allerlei proefuitkomsten, moest ether een aantal merkwaardige eigenschappen hebben. Elektromagnetische golven waren anders dan geluidsgolven; ether gedroeg zich anders dan lucht of enige andere bekende stof.

Weg met de ether

Einstein zag nu in dat elektromagnetische golven veel eenvoudiger beschreven konden worden door de hele ether maar te vergeten. Alles wat met ether moeizaam verklaarbaar was, kon hij eenvoudig vangen met één verrassende veronderstelling: licht beweegt voor alle waarnemers altijd even snel, of die waarnemers nu stilstaan, of van de lichtbron af of er naar toe bewegen.
Voor geluid geldt zoiets niet; wie in dezelfde richting reist als een geluidsgolf, ziet die geluidsgolf langzamer gaan dan iemand die stilstaat.
Hoe kwam Einstein op zijn baanbrekende gedachte? Hij zelf heeft daarover altijd nogal geheimzinnig gedaan. In ieder geval schijnt hij zich weinig te hebben aangetrokken van de uitkomsten van de proeven die bedoeld waren om de eigenschappen van de ether vast te stellen. Einstein kwam tot zijn resultaat ver buiten de woelige kluwen van de andere natuurkundigen. Hij zocht gewoon een zo eenvoudig mogelijk denkraam om de wetten van Maxwell in te passen. In die goed onderbouwde, heldere wetten had Einstein duidelijk veel meer vertrouwen dan in nieuwere, nog verwarde waarnemingen.



De theorieën van Einstein zijn voor veel mensen nog steeds onbegrijpelijk en onvoorstelbaar. Dat komt voornamelijk omdat ze zo weinig met onze dagelijkse ervaringen te maken hebben. Sommige effekten die uit de theorieën volgen, gaan volkomen tegen ons gewone gevoel voor logika in.

De overgang van de ethertheorie naar de theorie van Einstein is een beetje te vergelijken met de overgang van het wereldbeeld van Ptolemeus naar dat van Copernicus. Bij Ptolemeus draaiden de Zon en de planeten om de Aarde. De planeten beschreven bovendien nog kleine lusjes. Met allerlei lusjes was dit beeld altijd kloppend te krijgen met de waarnemingen. Zo ook was de ether aan te passen aan de wetten van Maxwell.
In het wereldbeeld van Copernicus en Kepler draaiden de planeten, waaronder de Aarde, allemaal om de Zon. De overeenstemming met de waarnemingen was even goed; het nieuwe wereldbeeld had zijn grotere eenvoud voor. Hetzelfde geldt voor Einstein's veronderstelling van een vaste lichtsnelheid. Waarnemingen kunnen soms werkelijk onaanvechtbaar zijn, maar eenvoud blijft toch altijd een beetje een kwestie van smaak. De natuurkundigen kregen al gauw meer de smaak te pakken van de vaste lichtsnelheid dan van de ether.

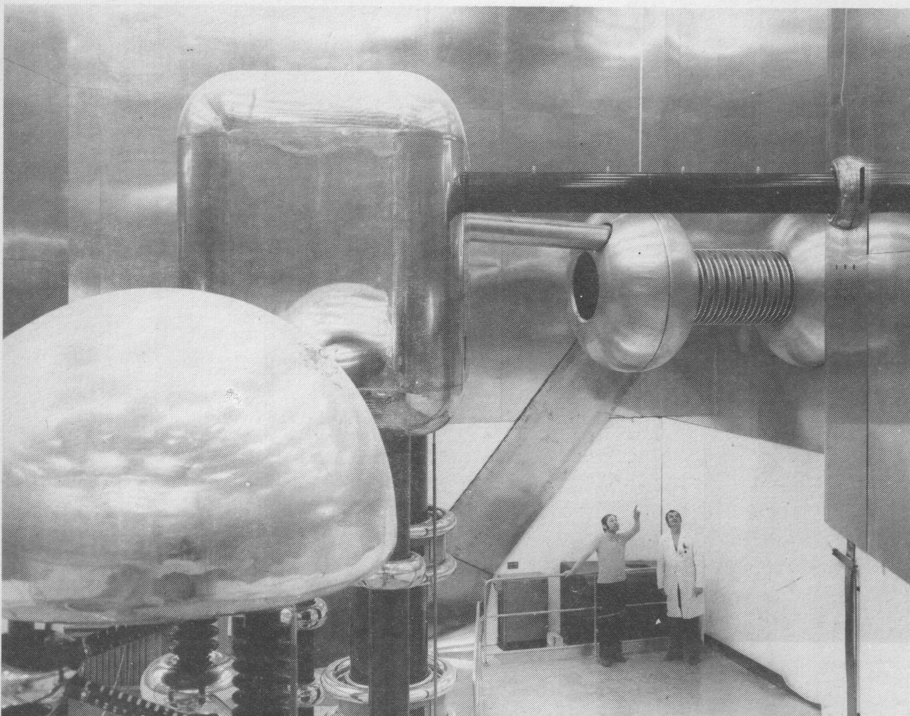
De Speciale Relativiteitstheorie

De gevolgen van de veronderstelling van een vaste lichtsnelheid zijn het onderwerp van de zogenaamde Speciale Relativiteitstheorie. De onveranderlijkheid van de lichtsnelheid heeft gevolgen voor de uitkomsten van tijds- en afstandsmetingen; snelheid is immers afstand gedeeld door tijd. Waarnemers die ten opzichte van elkaar (relatief) bewegen, langs een rechte lijn en met een vaste snelheid (speciale voorwaarden),

vinden verschillende meetuitkomsten. De Speciale Relativiteitstheorie vertelt, hoe ze de metingen van de een naar die van de ander kunnen omrekenen.
Iemand kan als volgt de lengte van een snel bewegende staaf bepalen: hij meet het doorgangstijdstip van voorkant en achterkant van de staaf. Een helper op een bekende afstand meet het doorgangstijdstip van de voorkant ook. De beide doorgangen van de voorkant van de staaf leveren de snelheid van de staaf. Om de lengte van de staaf te vinden moet onze waarnemer die snelheid vermenigvuldigen met het zelf gemeten tijdsverschil tussen het voorbijkomen van voor- en achterkant. De Speciale Relativiteitstheorie zegt nu dat de zo gevonden lengte voor de staaf in beweging kleiner is dan de lengte van de staaf in rust. Onze waarnemer ziet bewegende voorwerpen als het ware door een verkortende lens.
Verder lijken gebeurtenissen in een snel voorbijkomend voorwerp trager te verlopen dan gewoonlijk. De lens werkt dus ook nog eens vertragend. Dit laatste is vastgesteld bij vervallende elementaire deeltjes. In rust vallen de deeltjes eerder uiteen dan wanneer ze met bijna de lichtsnelheid voorbij razen.
Eigenlijk zijn alleen versnelde losse elementaire deeltjes maar geschikt om ons de kenmerkende uitwerkingen van de Speciale Relativiteitstheorie duidelijk te laten zien. In ons dagelijkse leven zijn de snelheden van voorwerpen veel te klein vergeleken bij de lichtsnelheid. Ook de snelheid van de Aarde om de Zon is maar eenduizendste van de lichtsnelheid. Toch is de beweging van de Aarde al in 1675 gebruikt om de snelheid van het licht te bepalen. Die bepaling is een mooi voorbeeld van iets dat wel met de lichtsnelheid te maken heeft, maar niet met Speciale Relativiteit.

Vertraging van de tijd

In 1675 bestudeerde Ole Römer de bewegingen van de manen van Jupiter. Hij keek of de manen voldeden aan de bewegingswetten van Kepler. Dat bleken ze inderdaad te doen, op één ding na. In een half jaar tijd raakten ze 16 minuten op hun schema achter, in het volgende halfjaar haalden ze die achterstand weer in. Römer kon dit verklaren met de voor die tijd nieuwe veronderstelling dat het licht niet oneindig snel bewoog. Op het ogenblik dat de Aarde in zijn baan het dichtst bij Jupiter staat, krijgen we het licht van de manen eerder dan op het tegenoverliggende punt van de aardbaan. Dat punt bereikt de Aarde een half jaar later; Jupiter is dan nog nauwelijks verplaatst. Na het halve jaar zien we een bepaalde stand van een Jupiter-maan 16 minuten later dan die stand te zien was vanuit de oude aardpositie. Die 16 minuten zijn dus de tijd die het licht nodig heeft om de middellijn van de aardbaan af te leggen.
De bewegende Jupiter-manen kunnen opgevat worden als een klok. Omdat we die klok een half jaar later van verder weg bekeken, leek hij achtergeraakt. Heeft dat achterlopen nu iets te maken met de tijdsvertraging uit de Speciale Relativiteitstheorie? Nee, de 16 minuten tijdsverschil zijn gewoon toe te schrijven aan het plaatsverschil van de Aarde. Ten opzichte van elkaar bewegen de Aarde en Jupiter veel te langzaam: de kenmerkende tijdsvertraging van de Speciale Relativiteitstheorie speelt nauwelijks een rol.
De theorie voorspelt wel een extra afwijkinkje, maar dat valt volkomen in het niet bij andere baanstorinkjes in het zonnestelsel. Overigens worden op dit moment wel waarnemingen en berekeningen gedaan, waarbij men probeert werkelijk alle mogelijke afwijkinkjes over lange tijd vast te stellen. Daarbij moet men de Speciale Relativiteitstheorie wat uitbreiden: de planeetbewegingen verlopen immers niet langs rechte lijnen.



In het onderzoek aan elementaire deeltjes uit atoomkernen speelt de Speciale Relativiteitstheorie een merkbare rol. Deeltjes die door dit soort bizarre apparatuur tot tegen de lichtsnelheid worden opgejaagd, vervallen meetbaar langzamer dan minder snel bewegende soortgenoten. Daar doet zich de tijdsvertraging die uit de Speciale Relativiteitstheorie volgt, voelen. Foto CERN

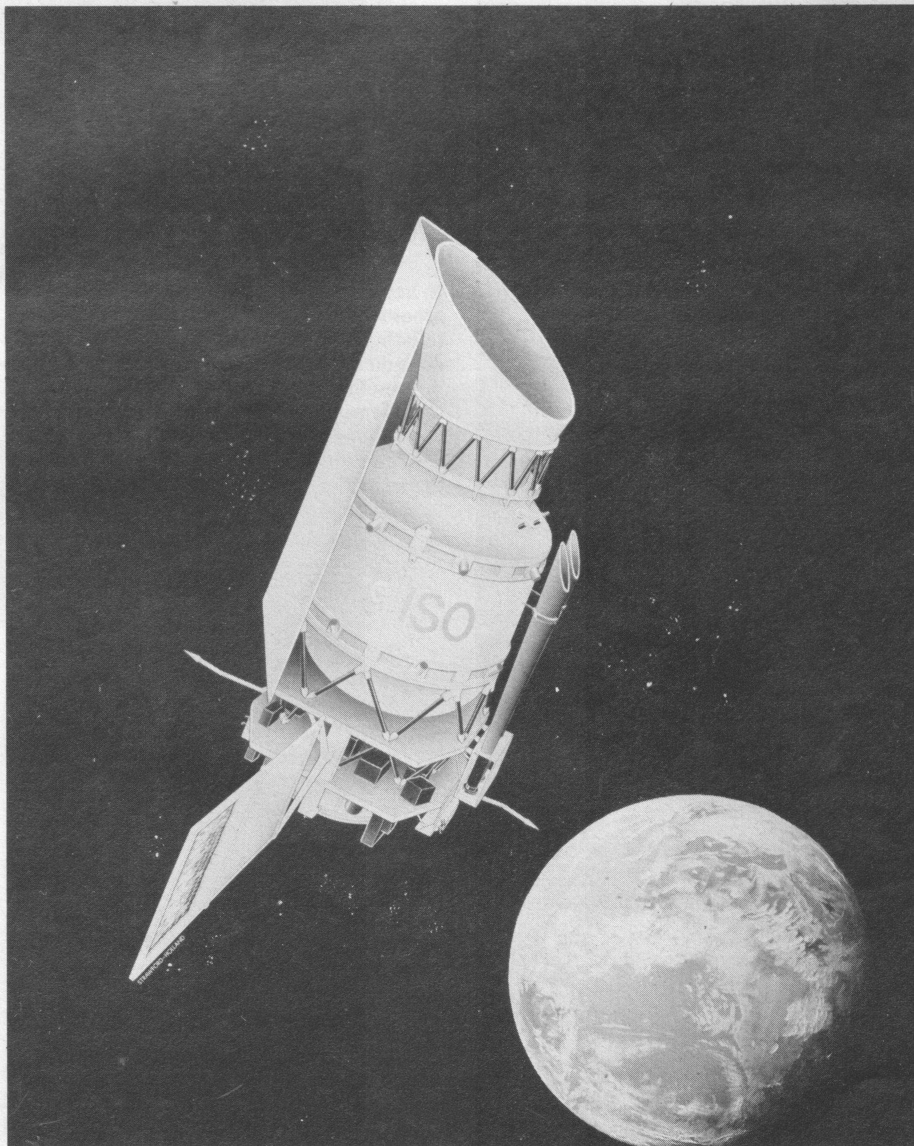
$E = mc^2$

Bij een werkelijk snelle beweging voorspelt de Speciale Relativiteitstheorie niet alleen tijdsvertraging en lengteverkorting, maar ook andere regels voor snelheden.
Stel deeltje 1 beweegt naar rechts met bijna de lichtsnelheid en komt af op deeltje 2 dat met bijna de lichtsnelheid naar links beweegt. Wat is nu de snelheid van deeltje 2 voor iemand die zou meereizen met deeltje 1? Als we gewoon onze ervaring bij heel lage snelheden doortrekken, zou het bijna tweemaal de lichtsnelheid moeten zijn. Maar de Speciale Relativiteitstheorie geeft andere regels: iemand die met deeltje 1 meereist, ziet deeltje 2 nog steeds met minder dan de lichtsnelheid naderen. De theorie voorspelt immers dat afstanden kleiner worden, maar de tijd vertraagt. Bijgevolg neemt de snelheid, afgelegde afstand per tijdseenheid, niet toe. De lichtsnelheid is een echte grenssnelheid, die voor gewone dingen niet haalbaar is.
Krachten kunnen deeltjes versnellen, maar nooit kunnen deeltjes de lichtsnelheid bereiken. Bij hoge snelheden is een deeltje steeds moeilijker verder te versnellen, doordat het meer massa krijgt, zo zegt de Speciale Relativiteitstheorie. Hoe meer bewegingsenergie, des te meer massa. Bij bewegingsenergie nul (deeltje in rust) is echter de massa van een deeltje duidelijk niet nul. Einstein heeft nu gesteld dat dan de bewegingsenergie van het deeltje wel nul is, maar niet zijn totale energie. Waar massa is, zou ook energie moeten zijn: een deeltje in rust heeft nog een rustenergie, gegeven door de beroemde formule $E = mc^2$. Dat de zo bedachte rustenergie ook echt vrijgemaakt kan worden, bleek pas veel later in proeven met atoomkernen.
In het volgende nummer van Aarde & Kosmos bekijken we de Algemene Relativiteitstheorie, het tweede grote bouwwerk van Einstein. Die theorie beschrijft het verband tussen massa en zwaartekracht en de vertekening van de ruimte. ■

Ruimtevaart nieuws

Europese opvolger van IRAS

De IRAS krijgt over een jaar of tien een Europese opvolger, de ISO. De letters staan voor Infrared Space Observatory. De beslissing om die kunstmaan te gaan bouwen, werd eind maart genomen door de Europese ruimtevaartorganisatie ESA. Het projekt zal uitstekend aansluiten op de IRAS. In wezen moet de ISO aan dezelfde technische eisen voldoen als de IRAS en daarom lijken beide ontwerpen ook op elkaar. De ISO zal uiteraard wel meer moeten kunnen dan de IRAS. Hij zal zo'n 1800 kilo gaan wegen en 5,2 meter hoog worden; voor de IRAS zijn die waarden 1076 kilo en 3,6 meter. De teleskoop van de ISO is van hetzelfde type als die van de IRAS en zijn effektieve opening is met 60 cm maar drie centimeter meer dan die van de IRAS. Een belangrijk verschil met de IRAS is de drie keer zo lange levensduur (minimaal 18 maanden) van de ISO. In die tijd moet de hele hemel verscheidene keren bekeken kunnen worden. Bovendien zal de ISO interessante bronnen langdurig (minstens vier uur achter elkaar) kunnen bekijken. Een ander groot verschil met de IRAS is de baan die voor de ISO is gepland. Hij moet een baan doorlopen die een hoek van 5,25 graden met de evenaar maakt en een laagste punt van 1000 en een hoogste punt van 39.000 km heeft. Over één omloop doet hij 12 uur en daardoor kan hij met twee grondstations, een bij Villafranca in Spanje en een bij Carnarvon in Australië, gevolgd worden. Met de ISO zal gewerkt gaan worden op de manier zoals dat nu met de International Ultraviolet Explorer gebeurt: astronomen zitten in het grondstation en onderhouden direkt kontakt met de kunstmaan. Gezien de ervaringen die Nederlandse astronomen met de IRAS opdoen, ligt het voor de hand dat ons land nauw betrokken zal raken bij de ISO.



Het nieuwste wetenschappelijke projekt van de ESA, de infraroodsatelliet ISO, die in 1992 gelanceerd moet worden. Foto ESTEC ▶

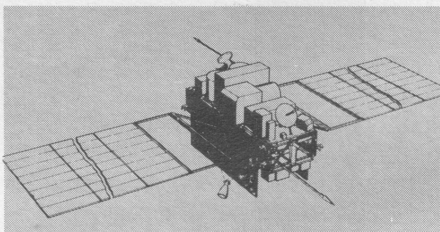
Europees ruimteplatform krijgt vorm

Europa gaat een zelfstandig opererend ruimteplatform bouwen onder de benaming EURECA. De letters staan voor European Retrievable Carrier. Voor dit ESA-projekt is intussen definitief vorm gekozen. De keuze is gevallen op het ontwerp dat door het Duitse bedrijf MBB is gemaakt.

Intussen wordt de laatste hand gelegd aan de preciese omschrijving van konstruktie en basislading voor de EURECA. Het platform zal in 1987 voor het eerst moeten vliegen. Dan zal het door een Space Shuttle meegenomen worden en achtergelaten in de ruimte. De EURECA heeft een eigen voortstuwing waarmee hij zich naar een cirkelvormige baan op ongeveer 500 km hoogte zal sturen. Met de raketmotor kan hij zijn baan ook weer verlagen. Dat is nodig om, uiterlijk na zes maanden, weer door een Space Shuttle orbiter te worden opgepikt en teruggebracht naar de Aarde.

Met de EURECA zullen vooral biologische en materiaalexperimenten worden gedaan. De basislading zal daarom bestaan uit zes modules waarin ovens en "broedkamertjes" zijn ondergebracht. Samen met de apparatuur voor experimenten in deze modules zal de basislading zo'n 700 kilo kunnen bevatten. Verder is er ongeveer 200 kilo beschikbaar voor andere gewichtloosheidexperimenten en ongeveer 100 kilo voor experimenten van geheel andere aard.

Zo gaat de EURECA eruit zien. Het ontwerp is gebaseerd op de SPAS, het miniplatform dat volgens de plannen met de STS-7 zijn ruimtedoop moet hebben gekregen. Illustratie ESA ▼



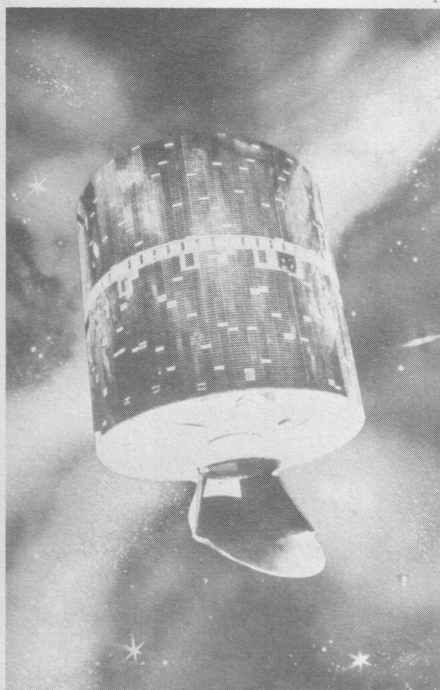
Japanse kommunikatiesatelliet

Japan beschikt sinds februari van dit jaar over zijn eerste operationele kommunikatiesatelliet voor binnenlands gebruik. De kunstmaan is de Communications Satellite 2a (CS-2a) of Sakura-2a. Naar Japans gebruik krijgen alle satellieten een "bijnaam"; sakura betekent kers.

De CS-2a werd op 4 februari met een Japanse N-II raket gelanceerd vanaf het Tanegasjima Ruimtevaartcentrum. Hij staat intussen op een hoogte van 35.600 kilometer boven de evenaar, boven 132° oosterlengte.

De 350 kilo zware kunstmaan moet vijf jaar lang funktioneren. Hij kan maximaal 4000 telefoongesprekken tegelijk verzorgen. Men gebruikt hem voornamelijk voor verbindingen met afgelegen eilanden en hij funktioneert in de rampenbestrijding. Voor Japan is dat geen luxe, want het land heeft elk seizoen te lijden van tropische wervelstormen en aardverschuivingen. Ook komen regelmatig aardbevingen voor, terwijl in de winter sneeuwstormen in het noorden behoorlijk kunnen huishouden.

In augustus moet de CS-2b gelanceerd worden. Hij wordt eveneens in een geostationaire baan, boven 135° oosterlengte gestationeerd en dient als reserve voor de CS-2a.



De Communications Satellite bestaat uit een antenne, hulpapparatuur en een cilinder bezet met zonnecellen. Dat geheel weegt 350,8 kilo. Er binnen in, en op deze foto niet te zien, zitten een raketmotor en tank, die samen met de brandstof, 319,7 kilo wegen. De motor wordt gebruikt om de geostationaire baan te bereiken. In de cilinderwand zitten stuurraketjes om de kunstmaan op zijn plaats in de ruimte te houden. Foto NASDA

Vlucht van Sojoez T-8

Op 20 april werd van de basis Baikonoer de Sojoez T-8 gelanceerd. Aan boord bevonden zich de kosmonauten Vladimir Titov, Gennady Strekalov en Alexander Serebrov. De bedoeling was om de Sojoez T-8 te koppelen aan het orbitale komplex Saljoet-7/Kosmos 1443. Het zou voor de eerste maal in de ruimtevaart-geschiedenis zijn dat twee kosmonauten zouden leven en werken in een zo grote ruimte. Van de Kosmos-1443 wordt namelijk gedacht dat hij een gemodificeerde versie is van het Saljoet-station, waardoor de

De bemanning van de Sojoez T-8. Van links naar rechts Gennady Strekalov, Alexander Serebrov en Vladimir Titov. Foto Tass

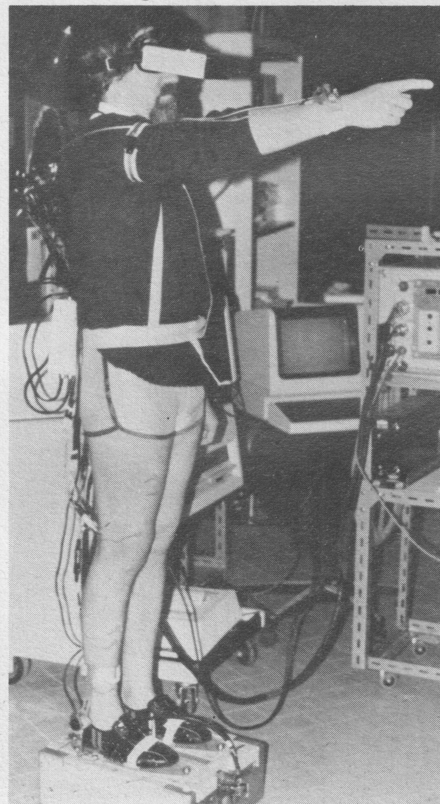


werkruimte, inklusief de Sojoez-T, ongeveer 40 meter lang geworden is. Het bezoek aan het komplex kon echter niet doorgaan. Een normale koppeling tussen een Sojoez en een Saljoet vindt plaats tijdens de 17e omwenteling. Bij de elfde omwenteling bleek dat de Sojoez in een verkeerde baan zat en dat het onmogelijk was om de Saljoet te bereiken. Er is in overleg met het vluchtleidingscentrum nog geprobeerd om de Sojoez T-8 in een hogere baan te brengen. Omdat de Sojoez T niet genoeg brandstof heeft voor urenlang manoeuvreren, besloot men de vlucht af te breken. Twee dagen na de lancering landde de Sojoez T-8 zuidoostelijk van de stad Arkalyk. J.T.

Frans onderzoek in Saljoet

Vorig jaar bracht de Fransman Jean-Loup Chrétien acht dagen door in de Saljoet-7. Tijdens die vlucht werd van Franse kant onderzoek gedaan aan medische en biologische verschijnselen. Daarover zijn intussen voorlopige resultaten bekend.
Eén van de experimenten behelsde het bestuderen van de bloedsomloop tijdens gewichtloosheid. Met een ultrageluid-apparaatje werd gekeken naar het hart. Dat bleek tijdens de -korte- vlucht niet merkbaar in grootte te veranderen. Wel nam de pompkracht van het hart geleidelijk aan af. Dat is een duidelijke aanpassing aan het ontbreken van de invloed van de zwaartekracht. Om te zien wat die afname voor het lichaam zelf betekende werd gekeken naar een slagader en een ader. De bestudeerde slagader was die in de hals. De bloedstroming door die slagader naar de hersenen veranderde niet noemenswaardig. De terugstroming van het bloed naar het hart, gemeten in de keelader, was echter aanzienlijk verstoord. Omdat het lichaam echter normaal blijft funktioneren,

Met het experiment Posture werd onderzoek gedaan naar evenwichtsgevoel en spierreflexen onder gewichtloosheid. Foto CNES



zit er kennelijk ergens een mechanisme dat de algehele bloeddruk toch op peil houdt en er ook voor zorgt dat het bloed lang genoeg in de longen blijft om voldoende zuurstof op te nemen.
Een tweede onderzoek ging over de houding die het menselijk lichaam onder gewichtloosheid inneemt. Omdat het lichaam geen gewicht voelt, kan men zich voorstellen dat de spieren anders reageren en dat de informatie via de ogen belangrijk wordt voor het behouden van evenwicht en voor het gevoel wat boven en beneden is.
Verrassenderwijs bleek uit het onderzoek dat de spierkracht in ieder geval tijdens deze vlucht niet verzwakte. Sterke verandering trad wel op in het zogeheten motorische systeem. Dat vertelt de spieren dat ze in aktie moeten komen om veranderingen in bijvoorbeeld de houding mogelijk te maken of op te vangen.
Zoals verwacht kon worden werd het gezichtsvermogen de belangrijkste informatiebron voor het motorische systeem. Het evenwichtssysteem dat via de gewichtsverdeling van drie steentjes in het middenoor reageert op veranderingen in de houding, werkt onder gewichtloosheid niet. Ook blijken onder gewichtloosheid de spierreflexen te verzwakken.

Laatste Viking-lander op Mars zwijgt

De laatste telg van het Viking-geslacht dat de mens de eerste landingen op Mars opleverde, zwijgt sinds eind verleden jaar. Verwoede pogingen van vluchtleiders in het Jet Propulsion Laboratory weer kontakt te krijgen met de Viking-1 lander, zijn mislukt en eigenlijk heeft men nu de moed wel opgegeven. Daarmee is onverwacht een eind gekomen aan het Viking-avontuur op Mars. De Vikingen kwamen in 1976 met twee orbiters en twee landers bij Mars aan. Alles verliep wonderwel en enkele jaren lang werd de planeet zowel uit een omloopbaan als op de grond door de automatisch funktionerende toestellen onderzocht. Geleidelijk aan hielden de sondes echter op met werken, totdat alleen de Viking-1 lander nog bleef werken. Met zijn batterijen en zijn grote antenne kon hij eens in de week gegevens naar de Aarde sturen en zelfs af en toe een foto overseinen. Toen verleden najaar de batterijen tekenen van slijtage gingen vertonen, besloot men op Aarde kommando's te geven om de batterijen eerst te ontladen en vervolgens weer op te laden. Door die verjongingskuur zouden de batterijen weer een tijd meegaan en was het voortbestaan van de verder nog altijd goed werkende lander voor enige tijd verzekerd. Bij het overseinen van de kommando's aan de boordkomputer van de lander ging er iets mis. Daarbij kwam een van de kommando's terecht in dat deel van het komputergeheugen dat ervoor zorgt dat de antenne van de Viking op de Aarde gericht blijft. Er werd nu extra informatie gestopt op een plek waar er geen plaats voor was. Het resultaat: de bestaande informatie werd uitgewist, de nieuwe (en op die plek zinloze) informatie opgeslagen en de antenne kon niet meer worden bestuurd. Sindsdien is het kontakt verbroken en alle pogingen om het te herstellen hebben zodanig gefaald dat de vluchtleiders niet verwachten nog ooit sukses te hebben.

De dag dat de Zon verbleekte

Ben Apeldoorn
Siso kode 552.5



Het was een prachtige ochtend. De Zon was al enkele uren op en straalde in een strakblauwe hemel. De lucht was op deze midzomerochtend nog niet bezwangerd met de uit de moerassen tussen de rivieren de Kimtsjoe Tsiambé opstijgende dampen en de miljarden daarin rondzoemende insekten zoals altijd het géval was in de bloedhete midzomermiddagen in het typische landklimaat van Midden-Siberië. Zo'n vijftig kilometer ten noorden van de toenmalige nederzetting Vanovara waren de pelsjagers van de Evenki-stam reeds ontwaakt en bereidden een karig ontbijt. Als 't even kon moest het werk nog voor de middag zijn voltooid zodat men in de schaduwrijkdom van het loof het heetste gedeelte van de dag kon laten passeren. Eén der Evenki's schatte aan de stand van de Zon dat het een kwart uur na zeven zou moeten zijn. Hij wiste het zweet van zijn voorhoofd en keek daarbij toevallig in zuidoostelijke richting. Zijn gelaat verstrakte........aan de zuidoostelijke hemel, laag boven de boomtoppen, dook een angstaanjagend verschijnsel op. Voor zijn verbaasde ogen leek aan de hemel een ontzaggelijke vuurmassa, verblindend in helderheid, naderbij te stormen. Een moment dacht de Evenok dat er iets verschrikkelijk mis was met de Zon maar deze stond verder naar het noorden zoals een snelle blik hem leerde. Pavel Aksenov de pelsjager ontdekte met een schok dat hij de Zon in de immense vuurgloed van het naderend onheil zag verbleken. Het was de ochtend van de 30ste juni 1908 om zeventien minuten over zeven Middensiberische tijd.

Op 30 juni was het precies 75 jaar geleden dat zich in het hart van Siberië een onvoorstelbare gebeurtenis voordeed. Pas in 1921 ging de eerste expeditie naar het ontoegankelijke gebied van de ramp op weg. Daarna duurde het nog zes jaar eer onderzoekers begonnen te vermoeden wat zich werkelijk had afgespeeld. Nu, driekwart eeuw later, is de werkelijke aard van de gebeurtenissen nog steeds niet volkomen achterhaald. In twee artikelen gaan we aandacht aan de bijzondere gebeurtenis van 30 juni 1908 besteden.



Atmosferische verschijnselen

Behoudens het dunbevolkte gebied van Midden-Siberië had de rest van de wereld geen flauwe notie van de omvangrijke katastrofe die op dat moment plaatsvond. Toch waren de symptomen ervan over de hele wereld merkbaar.

In Europa begon het allemaal vrij onschuldig. Om 05.13 uur UT (wereldtijd) 30 juni 1908 begonnen de registratiepennen van enkele Engelse mikro-barografen plotseling naar beneden te lopen. Om 05.15.30 UT wezen zij een dieptepunt aan van 160 mikrobar in vergelijking met de voorgaande registratie. Gedurende tien minuten daarna vertoonden de registraties nog vier klei-

◀ **In de ochtend van 30 juni 1908 doorkliefde een oogverblindend voorwerp de hemel van Midden-Siberië. Het voorwerp was zo helder dat de Zon erbij verbleekte. Het objekt ontplofte in de lucht boven de Siberische wouden en sloeg over enkele duizenden vierkante kilometers vrijwel alle bomen tegen de vlakte.** Illustratie Ben Apeldoorn

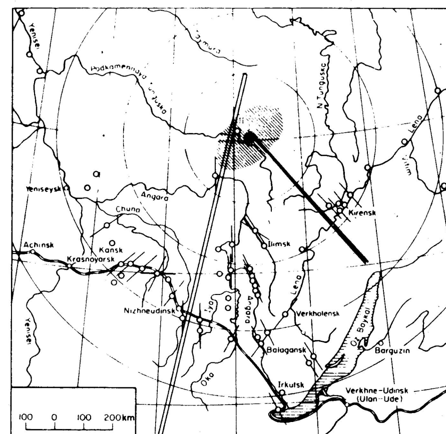
Links: de Russische geoloog L.A.Koelik (1883-1942). Hij bracht de expedities naar het ontoegankelijke Midden-Siberië op gang. Vanaf 1921 heeft hij zich alleen nog maar met de Toengoeska-gebeurtenis bezig gehouden.
Rechts: tijdens de tweede expeditie naar het gebied van de Toengoeska-ramp kreeg Koelik de hulp van Ilja Potapovitsj Petrov. Deze bewoner van het gebied had de ramp van 30 juni 1908 van tamelijk nabij meegemaakt. De schrik zat er bij hem zó in dat hij tijdens de expeditie, die in 1927 werd uitgevoerd, op een bepaald moment weigerde het rampgebied dicht te naderen. Naar Krinov, 1966



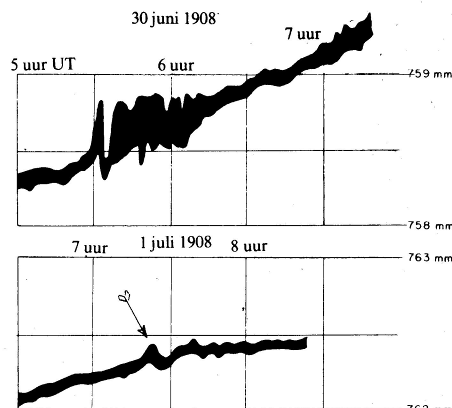


nere luchtdrukverschillen waarna om 05.25 uur UT weer een zeer heftige beweging optrad, gevolgd door enkele kleinere. Pas om 05.31 uur UT kwamen de naalden weer tot rust.
Soortgelijke metingen bleken ook in andere meteorologische stations in Eurazië te zijn gedaan, o.a. te Potsdam waar ook op 1 juli 1908 om 07.20 uur UT een minder sterk luchtdrukverschil werd geregistreerd. Men konkludeerde uit dit alles dat er ergens een explosiebron van ontstellende kracht moest zijn geweest waarbij de explosiegolven enkele malen rond de Aarde reisden.
In die tijd legde men nog geen verband met de registraties van seismografen over bijna heel Eurazië die, zoals in het meteorologisch-seismografisch instituut te Irkoetsk, een aardschok hadden geregistreerd met het epicentrum ergens in Midden-Siberië.
Het toenmalige hoofd van het instituut in Irkoetsk, Vosnesensky, onderzocht de registratie van de aardschok en legde vrijwel meteen verband met de vele opmerkelijk nauwkeurige en vrij snel binnengekomen rapporten van zijn korrespondenten die meldden dat een weergaloos heldere vuurbol was verschenen waarvan de gloed tot op meer dan duizend kilometer afstand was gezien en het gerommel tot op bijna vijftienhonderd kilometer afstand was te horen. Niet alleen bepaalde hij uit de aardschok de nauwkeurige tijd van 00.17.11 uur UT voor de oorsprong van de schok, maar ook gaf hij als oorzaak van zowel de aardschok als de luchtdrukgolven aan dat een zeer zware meteorietexplosie op ongeveer twintig kilometer hoogte moest hebben plaatsgehad..... Pas vele tientallen jaren later zou blijken hoe scherpzinnig deze interpretatie was.
Behalve de elders onverklaarbare registraties, trad in die dagen nog een ander hoogst opmerkelijk verschijnsel op. De avonden en nachten van de 30ste juni en de eerste dagen van juli 1908 waren ongewoon licht. Het was dan wel hoogzomer, maar toch was het ongebruikelijk dat men om middernacht buiten op straat zonder kunstlicht een krant kon lezen, zoals het toen wél kon! Op alle sterrenwachten in Eurazië moesten de waarnemingen worden gestaakt en in vele dagbladen verschenen berichten over de ongewoon heldere nachten. Het is interessant om enkele ooggetuigen van dit verschijnsel aan het woord te laten.
M.H.Philippot, astronoom aan de Koninklijke Sterrenwacht te Ukkel (België) schreef in "Ciel & Terre" van 16 juli 1908:
"In de nacht van 30 juni-1 juli was de hemel in het noorden buitengewoon licht. Het licht strekte zich horizontaal over een hoek van ongeveer 90° uit bij een geringe elevatie, hooguit 10°. De bovenzijde van de lichtband straalde goudgeel maar het gedeelte daaronder was uitgesproken rood gekleurd. Het vertoonde eigenlijk dezelfde karakteristieken als de veelkleurige gezichtseinder op een heldere morgen vlak voor zonsopkomst.
Tegen tien uur 's avonds waren in het noordwesten enkele uitgesproken geellichtende wolken te zien; op een gegeven ogenblik zou je zelfs hebben kunnen denken aan een ververwijderde enorme brand maar omdat er geen helderheidsvariaties werden waargenomen, was die veronderstelling nauwelijks houdbaar. Tegen middernacht was de gehele hemel door de reflektie helder verlicht. Zelfs in zuidelijke richting konden ververwijderde aardse objekten gemakkelijk worden gezien..... De atmosfeer leek toen vol te zitten met zoiets als cirrus op grote hoogten. De lichtende wolken die eerst in het noordwesten zaten, strekten zich om middernacht tot in het zenit uit en leken roseachtig. Het meest intens stralende gebied had zich langzaam oostwaarts verplaatst en leek de Zon te volgen want om middernacht bevond het zich pal noord."
Een waarnemer in Den Haag bemerkte om middernacht dat door een op het noordwesten uitziend raam zóveel licht naar binnen kwam dat....."*in de kamer duidelijke schaduwen werden veroorzaakt!*"
In Haarlem maakte iemand een foto die in het juli-nummer van "Hemel & Dampkring" 1908 stond afgedrukt.
Overige meldingen kwamen binnen uit Ierland, Engeland, Frankrijk, Duitsland, Oostenrijk, Hongarije, Denemarken, Zweden, Rusland en Italië. Men beschreef het verschijnsel globaal als diepgeel, geelgroen tot vuurrood en uitermate opvallend. In die dagen schreef men het o.a. toe aan:
• ongewoon zodiakaal licht;
• een extreme intensiteit van noorderlicht;
• lichtende nachtwolken, zoals die ook optraden na de Krakatau-explosie in 1883.
Het is zowel buitengewoon jammer als verklaarbaar dat de eerdergenoemde bevindingen van Vosnesensky te Irkoetsk niet direkt grootscheepse onderzoekingen tot gevolg hadden. Jammer, omdat het nu twintig jaar zou duren alvorens een expeditie het bewuste gebied

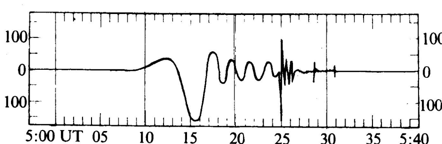
Het rampgebied in het midden van Siberië. De dubbele lijn geeft het trajekt aan dat Vosnesensky, die in 1908 hoofd van het meteorologisch-seismografisch instituut van Irkoetsk was, aan de gesignaleerde vuurbol toedacht. De cirkeltjes met richtingslijntjes geven plaatsen en richtingen aan van betrouwbare waarnemingen van de vuurbol. De vette lijn geeft het trajekt aan dat de vuurbol volgens meer recent onderzoek moet hebben doorlopen. Naar Krinov, 1966



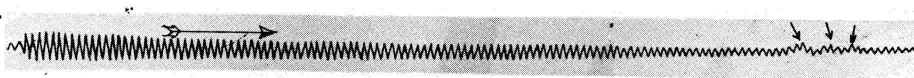
Mikro-barogrammen van het Geofyische Instituut in Potsdam, bij Berlijn. De bovenste kurve toont de registratie van het voorbij trekken van de direkte schokgolf, die zich als een rimpel over de Aarde verbreidde. De onderste registratie laat zien hoe de rimpel van 30 juni een dag later nog eens passeert, maar dan in tegenovergestelde richting. Men konkludeerde hieruit dat ergens een ontstellend krachtige explosie boven het aardoppervlak moest zijn opgetreden. ▼



Uit de registraties van zes Engelse mikro-barometers stelde de astronoom Fred Wipple deze grafiek samen. Om 5.13 uur wereldtijd begon de luchtdruk plotseling te dalen. Wat volgde wees op het passeren van een schokgolf. ▼



Op het meteorologisch-seismografisch instituut van Irkoetst werd deze registratie gemaakt. De lange trillingslijn die van links komt, is de registratie van de aardschok. Bij de pijlen rechts in de registratie zitten onregelmatigheden die veroorzaakt zijn door de drukgolven van de explosie. ▶



betrad; verklaarbaar omdat Rusland in die dagen het toneel was van zeer heftige politieke verwikkelingen.
Behoudens een aantal artikelen in plaatselijke periodieken vlak na de katastrofe en een niet belangrijk genoeg bevonden eindrapportage van Vosnesensky in de herfst van 1908, zakte de gebeurtenis van de ochtend van 30 juni 1908 snel weg in de vergetelheid. En terwijl zich in een half-geblakerd en platgewalst gebied van duizenden vierkante kilometers tussen de rivieren de Kimtsjoe en de Tsjambé in de loop der jaren langzaam nieuwe vegetatie begon te ontwikkelen, brak in Europa de Eerste Wereldoorlog uit......

De eerste expedities

Pas dertien jaar na de Siberische katastrofe en na de Russische revolutie kreeg de toen 37-jarige L.A.Koelik, wetenschappelijk medewerker aan het Mineralogisch Museum van de Russische Akademie van Wetenschappen, een afgescheurd vel van een kalender, gedateerd woensdag 15 juni 1910, in handen. Daarop was met de hand de inleiding geschreven van een door Adrianov in de plaatselijke krant van Tomsk van 12 juli 1908 geschreven artikel:
"Er wordt beweerd dat op de laatste dag van juni rond het morgenuur van acht bij Tomsk een reusachtige meteoriet is neergekomen, een paar meter van de spoorlijn nabij Filimonovo en nog geen elf kilometer van Kansk. Het neerkomen ging gepaard met een angstaanjagend gebrul en een oorverdovende klap die meer dan veertig kilometer ver was te horen. Passagiers van een trein nabij de nederzetting hoorden het geluid en gingen, nadat de machinist de trein had stilgezet, kijken naar het neergekomen voorwerp; er dicht bij komen was onmogelijk omdat het roodgloeiend was. Later, toen het was afgekoeld, werd het onderzocht door mensen van de nederzetting en van de spoorweg die rond de steen ook nog gegraven hebben. Volgens deze mensen had de meteoriet zich bijna geheel in de grond gegraven; alleen het bovenstuk stak nog boven de grond. Het was een witachtig blok steen van ongeveer vijftien kubieke meter."
Het was deze notitie waar Koelik's belangstelling door werd gewekt. In de loop van enkele maanden verzamelde hij vooral via kontaktpersonen vele ooggetuigeverslagen en kwam hij ook het rapport van Vosnesensky tegen. Meer en meer werd hem duidelijk hoe omvangrijk deze gebeurtenis was geweest, vooral toen hem teksten onder ogen kwamen van mensen die zich bepaald dicht bij de plaats van inslag (zoals men toen nog meende) moesten hebben bevonden. Toch hield Koelik de verhalen van "onafzienbare vlakten waar alles verbrand was" en "duizenden taiga-reuzen die afbraken alsof het grashalmen waren" aanvankelijk voor sterk overdreven, vooral toen vast kwam te staan dat het bovenstaande artikeltje op onwaarheden berustte, behalve dan het verschijnsel zelf, het daarmee gepaard gaande gedreun en het stoppen van de trein. Niemand had een enorme steen bekeken, laat staan een roodgloeiende.
Op basis van zijn dossier ooggetuigeverslagen berekende Koelik ruwweg de positie waar de reuzenmeteoriet moest zijn neergekomen en in 1921 wist hij van de Wetenschappelijke Akademie wat geld los te krijgen voor een speciale meteorietenexpeditie. Dat "speciale" bestond uit enkele muildieren en schoppen, houwelen en verzamelzakken. Enkele weken daarvoor had hij al een persbericht met vragenlijst gezonden naar een aantal Middensiberische bladen om de mensen enigszins voor te bereiden en hun geheugen wat op te frissen. Overigens sprak Koelik over de "Filimonovo-meteoriet", niet over die van Toengoeska. Hij meende namelijk dat de brokstukken nabij Filimonovo waren terecht gekomen. Vlak voordat de expeditie vertrok, kreeg Koelik een artikeltje in handen uit het dagblad "Sibirskaja" te Irkoetsk van 2 juli 1908 waarin stond:
"Bij het begin van het achtste uur op 30 juni 1908 werd een angstaanjagend natuurverschijnsel gezien. Boeren in het dorpje Nisjne Karelinsk zagen in het noordwesten een verblindend blauwwit lichaam. Het bewoog gedurende ongeveer tien minuten vertikaal naar beneden en was "pijpvormig" d.w.z. cilindrisch. De hemel was onbewolkt op een smalle donkere wolk na in het noordwesten waarheen het gloeiende lichaam trok. Het was heet en droog en toen het stralende voorwerp de met wouden bedekte grond leek te raken loste het op en er ontstond een uitgestrekte zwarte wolk.
Een luid onaards geraas, geen donderslagen maar als het neerkomen van zware stenen of nabij geweervuur, werd gehoord. Alle bouwwerken schokten op hun gronsvesten terwijl plotseling een tongvormige vuurzuil door de zwarte wolk brak. De dorpsbewoners renden in paniek de straat op. Oude vrouwen huilden want iedereen dacht dat het eind der tijden nabij was. Tenslotte werd besloten een boodschapper naar Kirensk te sturen om te informeren naar de betekenis van het verschijnsel."
Gedurende zijn oostwaartse tocht bleef Koelik vele interessante berichten, zowel in de vorm van krantenartikelen als ooggetuigeverslagen, verzamelen. Het zou veel te ver voeren om die allemaal aan te halen; we beperken ons tot de interessantste om nog eens te benadrukken welke onvoorstelbare krachten hier in het spel zijn geweest.
"In het dorpje Lovat werden na de verschijning van een verblindend vuurrood lichaam, twee oorverdovende explosies gehoord. Mens en paard werden door de hevig schokkende aarde van de been geworpen."
"Werkers van de Gavrilov-mijnen renden in paniek naar buiten nadat aardschokken de stutten deed kraken. Stof vulde de gangen."
"In het dorp Kesjemsk werd een geluid als van een hevige storm gehoord gevolgd door een geweldig geraas en een zware aardschok. Een onheilspellend gerommel

Een kijkje op acht kilometer van de plaats van de ontploffing: vrijwel alle bomen zijn geveld en verzengd door de hitte. De gevallen boomstammen wijzen van de plek van de ontploffing af. ▼



klonk op alsof het uit het binnenste der Aarde kwam. Enige tijd later wierpen twee hevige rukwinden, die vreemd genoeg heet aanvoelden, mens en dier omver. Bleek van schrik maakten van het land naar het dorp gestormde boeren melding van een reusachtige zon die plotseling de hemel uiteen spleet. Terwijl zij druk vertelden werd de Zon verduisterd door rook en waren in de verte geluiden als van kanonnen te horen. De gloed van de "vliegende zon" was zó sterk dat het schijnsel binnenkwam door ramen die niet op de vuurmassa uitkeken......de mensen waren met stomheid geslagen.......het leek alsof de Aarde zich opende en alles erdoor werd verzwolgen."

Gesterkt door al deze sensationele berichten keek expeditieleider Koelik reikhalzend uit naar het moment waarop hij het centrum van het verwoeste gebied zou bereiken en een ongetwijfeld formidabel brok kosmisch gesteente zou mogen bergen. Hoe meer gegevens hij verzamelde, hoe meer kwam hij onder de indruk van het overweldigende schouwspel dat de vuurbol zelf en het neerkomen ervan moest hebben geboden.

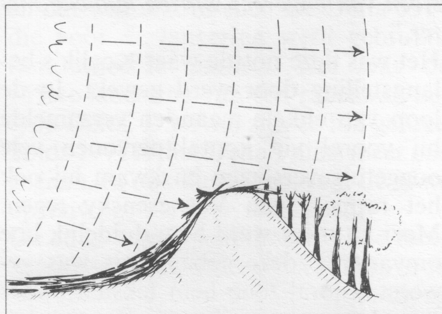
In de tijd dat Koelik zijn eerste expeditie voorbereidde, stond de meteorietenwetenschap echter nog in de kinderschoenen. Men was niet alleen nog onbekend met de aard van de ons omringende ruimte, maar ook bestond toen nog geen enkel inzicht in de verschijnselen bij zware hypersonisch bewegende massa's in de aardatmosfeer. Voor Koelik betekende de zwarte rookkolom in zijn verslagen dat de meteoriet moest zijn afgeremd in de onderste luchtlagen en één of meer brokken kosmisch gesteente in de taiga waren neergedreund, wat dan de aardbevingen tot gevolg zou hebben gehad.

In de late herfst van 1921, met een zeer strenge midsiberische winter voor de deur, besloot Koelik pas op de plaats te maken en zich te beperken tot het verzamelen van nog meer ooggetuigeverslagen omdat was gebleken dat zijn eerdere berekeningen van de plaats van inslag niet juist waren. Er werden mensen uitgezonden met vragenformulieren naar omliggende nederzettingen, om de plaats van het verwoeste gebied nauwkeuriger te kunnen lokaliseren. Aldus kwam er een bericht binnen van ene Iljinski, die toen dienst deed als stationschef op het Lyaljka-station. Hij stond op die bewuste ochtend te wachten op de goederentrein uit Kansk toen hij bijna omver geworpen werd door een hevige rukwind die gepaard ging met een hol gerommel als bij een aardbeving. De even later aankomende treinmachinist maakte, druk gebarend, duidelijk dat hij de trein had gestopt omdat hij dacht dat het gerommel werd veroorzaakt door uit de rails gelopen wagons. Voor de duidelijkheid moeten we bedenken dat dit op ruim 700 kilometer van de "inslagplaats" gebeurde!

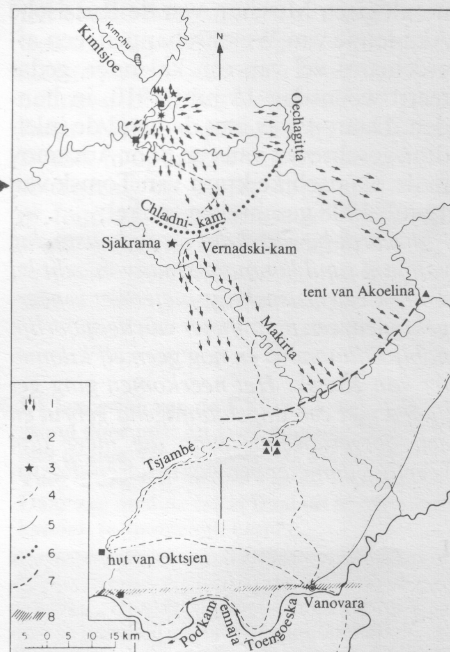
Op 21 november 1921 kreeg Koelik van één van zijn korrespondenten, Vologsjin, een zeer belangrijke brief:

"Dit is voor mijn kameraad Koelik zeer interessant. Leden van de Evenki-stam kampeerden deze bewuste ochtend tussen de rivieren de Podkamennaja en Nisjaja Toengoeska (Midden- en Beneden-Toengoeska, red.) *en hebben mij beschreven hoe een geweldige wind in de verte alle woudbomen ontwortelde en een aantal rendieren doodde. Toen zij later het gebied van de rivier de Ognya doortrokken bleken ook daar alle grote bomen omgevallen en was tot hun verbazing de loop van de rivier versperd door een soort geweldige aardverschuiving."*

Koelik rapporteerde dit op wetenschappelijke bijeenkomsten op 17 mei en 19 juli 1922. Door geldgebrek zou hij overigens tot een jarenlang verblijf in een kleine nederzetting gedoemd zijn, nog slechts spaarzame informatie vergarend. In ieder geval had hij tijd genoeg om zijn eerste onthullende en inventariserende verslag te schrijven: "History of the Bolid of 30 June 1908" dat in 1927 in "The Reports of the USSR Academy of Sciences" ver-

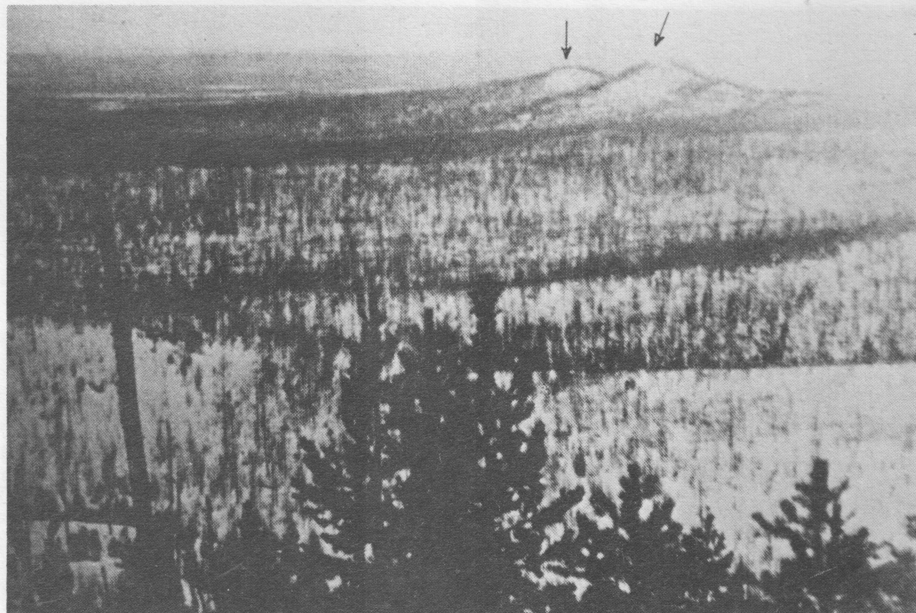


Direkt ten zuiden van de Sjakrama stonden de bomen nog overeind. Ze moesten in de luwte van de heuvels hebben gestaan, toen de schokgolf uit het noorden passeerde. Tekening Ben Apeldoorn



Tijdens de expeditie van 1929/1930 maakte de geoloog Krinov deze tekening van het gebied van de ramp. De cijfers geven het volgende aan: 1- richting en plaats van de waargenomen omgevallen bomen; 2- plek waarboven de explosie plaatsvond; 3- de Sjakramaheuvels; 4- gevolgde routes; 5- de landweg van Vanovara naar Strelka; 6- grens van het verschroeide gebied; 7- grens van het verwoeste gebied; 8- tot hier hadden de schokgolven een pijnlijke invloed op aanwezige mensen.

Aan het eind van de winter van 1927 maakte Koelik vanaf de Chladni-kam deze foto. De pijlen wijzen naar de twee Sjakrama-toppen. Zover het oog reikte zag men niets dan verwoest terrein en omgevallen bomen. Op de voorgrond zijn intussen opgeschoten jonge bomen te zien. Naar Krinov, 1966



scheen. Tevens drong hij aan op de nodige gelden en een wat betere uitrusting voor zijn expeditie.

Nabij de ramp

Een mijningenieur, Alexander Goendobin, was al enige tijd zeer geobsedeerd door het doel van Koelik's expeditie. Hij schreef Koelik al in 1924 een verslag van enkele gesprekken met twee leden van de al genoemde Evenki-stam, twee broers, Ivan en Ilja Potapovitsj Petrov. Goendobin schreef Koelik het relaas van één der broers:

"Mijn broeder woonde vijftien jaar geleden op de oever van de rivier de Tsjambé. Op een dag vond er een verschrikkelijke ramp plaats van een kracht zó groot dat overal om hem heen de bomen als grashalmen tegen de grond werden gekraakt; zelfs de taiga-reuzen knapten als riet af. Mijn broeder's hut werd volledig verwoest en het dak door een vuurstorm meegenomen. Ivan en zijn vrouw Akoelina werden weggeslingerd, maar behielden de geest. Tot Ivan's grote schrik zag hij dat de horizon in de verte omhoog kwam; het hele woud in het westen leek te worden opgetild en de hemel was vol vuur, bomen, rook en takken. De neervallende bomen doodden het grootste deel van zijn kudde rendieren. De hitte was onverdragelijk en het gedonder verdoofde hem; de luchtschok benam hem de spraak en veroorzaakte een lange en vreemde ziekte bij mijn broeder. De volgende dagen na het vuur was enkele versts (1 verst = 1,067 km) *naar het noorden een enorm gat te zien waar eens het woud was. Een kolkende watermassa stroomde vanuit het gat in de rivier de Tsjambé. De Toengoeskaweg was geheel ontoegankelijk geworden en op sommige plaatsen geheel verdwenen. Tot vijftig versts in de omtrek was bijna alles verwoest. Het was een kwade dag....."*

Koelik maakte uit dit bericht op dat de inslagplaats verder noordelijk lag dan hij tot dusverre aannam. Hij zag in dat de eerdere verslagen over uitgestrekte verwoestingen toch op waarheid moesten berusten.

Met verdubbelde energie werkte hij aan de voorbereidingen van de tweede expeditie die in maart 1927 vertrok. Veel mensen die zich beroepsmatig in het Toengoeska-gebied ophielden hadden zich ondertussen, gefascineerd door het doel van de expeditie, opgeworpen als informant.

Zo was daar ene Soeslov, een kartograaf, die sedert 1926 in het gebied van de Evenki's werkzaamheden verrichtte en in het handelscentrum Strelka een oude man had ontmoet, Vasilei Oktsjen. Oktsjen verhaalde hoe hij op de bewuste ochtend wakker werd doordat hij met tent en al werd weggeblazen. Een vuurstorm scheen korte tijd rondom te woeden en hij dankte waarschijnlijk zijn leven aan de beschermende werking van de tentrestanten. Na zich daaruit te hebben bevrijd, zag hij alles om hem heen gehuld in vuur en rook. Overal vielen bomen brandend neer. De aardbodem schokte hevig wat gepaard ging met een oorverdovend gerommel dat diep onder de grond vandaan leek te komen en keer op keer viel Oktsjen op zijn knieën. Opkijkend zag hij in het westen......

...."een vuurzuil van vreselijke afmetingen....oogverblindend....de heuvels die eens in die richting werden gezien, waren verdwenen en ook de loop van de rivier was veranderd. Het vuur vrat zich een weg door het hout en het was een wonder dat wij daarbij niet het leven lieten. Na enige tijd verminderden de aardschokken en de donderslagen maar het vuur zelf woedde voort....korsten op mijn gezicht en hoofd markeerden de plaatsen waar eens mijn wenkbrauwen, baard en haren hadden gezeten...."

Onwillekeurig versnelden de expeditieleden hun pas. Voor het laatste deel van de tocht had Koelik zich verzekerd van een deskundige gids, Ilja Potapovitsj Petrov die een tekening had gemaakt van de positie van het bewuste gebied. Op naar schatting een 40 km van de plaats van bestemming voegde zich ook een zekere Semenov bij de expeditie. Ook hij had een positieschets gemaakt van het verwoeste gebied. Gedurende de tocht deed Semenov het volgende verhaal.

"Ik weet niet meer precies welk jaar het was maar het was zo'n twintig jaar geleden op een mooie zomerochtend toen het braakland was geploegd. Ik zat te ontbijten voor m'n hut in het handelscentrum Vanovara en zag uit op het noorden. Juist wilde ik een fust aanslaan toen plotseling de hemel boven de Toengoeskaweg uiteen leek te splijten. Hoog boven het woud was het gehele noorden één vuurzee. Op dat moment voelde ik een ondragelijke hitte die uit het noorden kwam. Het leek alsof mijn hemd vlam vatte en toen ik het uit wilde trekken, vond er aan de hemel een enorme explosie plaats gevolgd door een ontzettend geraas, onaards, vreselijk om te horen. Een plotseling opkomende gloeiendhete storm verbrandde de uienplantages. Ineens werd ik tientallen meters weggeslingerd. Toen ik weer bijkwam schudde de Aarde en een geraas klonk op alsof het uit de hemel zware stenen regende. Ik vreesde erdoor getroffen te worden en verborg mijn hoofd in mijn handen. Alle ruiten en de ijzeren deurklink van mijn huis waren gebroken. In de winter van hetzelfde jaar kwam een Toengoes mij opzoeken en zei me: "Waarom ga je niet naar goud zoeken in Lakoera? Waar het woud is gebleven weet ik niet. De rotsen zijn te zien. Er is een enorme geul ontstaan met opgeworpen oevers waar je allerlei soorten stenen kunt vinden. De geul is droog en de vogels pikken de stenen op. Onze graanschuur in Lakoera is ook verbrand."

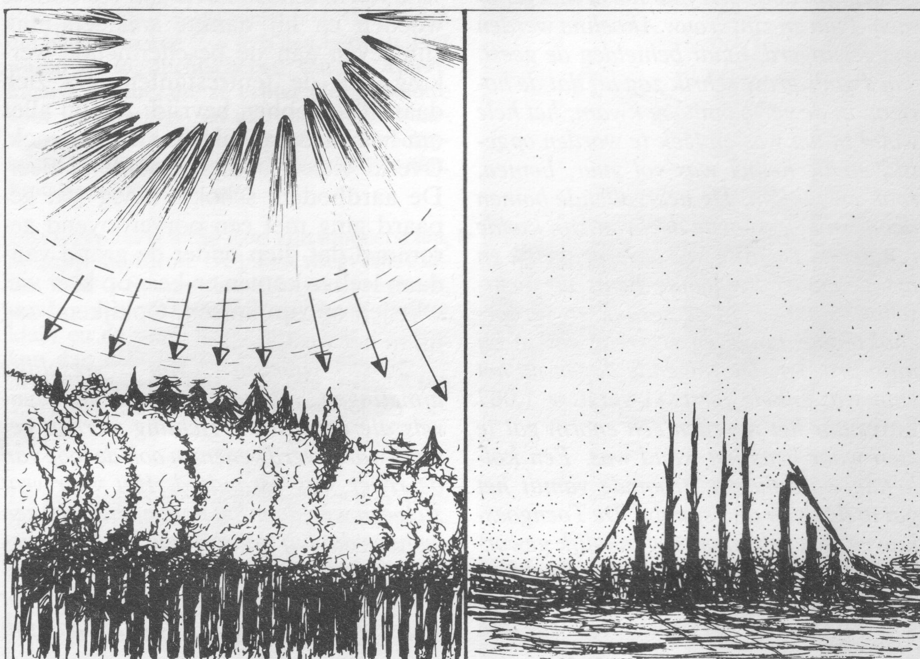
Ik ben het jaar daarop nog naar mijn eigen graanschuur gegaan maar die stond er nog hoewel er veel bomen omlagen. Bij de Boerkan-kam aangekomen zag ik tot mijn ontzetting dat alle bomen omver waren geblazen, zover het oog reikte."

Na op 25 maart 1927 een eerste basis van de expeditie op de rechteroever van de rivier de Podkamennaja Toengoeska te hebben gevestigd en zich verzekerd te hebben van de hulp van de Evenki-ja-



◀ **Deze (slechte) foto maakte de Rus Roednev in de nacht van 30 juni op 1 juli 1908 van de ongewone lichtverschijnselen die vanuit de provincie Orlov te zien waren.** Naar Krinov, 1966

gers bij het binnentrekken van de ontoegankelijke taigawouden, bereikte men moeizaam de rivier de Makirta, die op 13 april 1927 werd overgestoken. Enkele uren later beklom men een heuvel en het was hier dat één van de vooruitgestuurde gidsen drukgebarend kwam terugrennen.
Enkele honderden meters verder stond de expeditie oog in oog met een brede strook ontwortelde bomen waarvan alle toppen zuidwaarts wezen. Naar later zou blijken bevond dit gebied zich op 70 kilometer afstand van het centrum van de verwoesting!
Men volgde de rivier in noordwestelijke richting met overal rondom enorme hoeveelheden tegen de grond gesmeten bomen die grotendeels al verrot waren. Een dag later kreeg men twee kleine heuvels in het oog. De Evenki's noemden dit paar "Sjakrama", het Russisch voor "Suikerpot".
Oktsjen weigerde die dag nog verder te gaan en keerde terug met vrouw en kinderen. De meeste Evenki's waren door het gebeuren van 30 juni 1908 diep getroffen en meden het gebied alsof er pest heerste. Op 15 april beklom Koelik de Sjakrama, vanwaar hij een goed uitzicht op het omliggende gebied had. Minutenlang bleef hij sprakeloos staan kijken naar de schier onafzienbare verwoestingen die zich voor zijn ogen uitstrekten....bijna twintig jaar later na de katastrofe.
Wat Koelik overigens bijna direkt opviel was dat direkt ten zuiden van de Sjakrama géén omgevallen bomen waren te zien, in tegenstelling tot de rest van het terrein waar letterlijk alles met de grond gelijk was gemaakt. Koelik maakte hieruit op dat de nog overeind staande bomen tijdens de explosiegolven in de luwte van de heuvels stonden. Enkele dagen later bereikte men een heuvelrug, de Chladni-kam. Vanaf deze rug zag men tot aan de horizon geen boom meer overeind staan, terwijl er opvallend genoeg maar weinig nieuwe vegetatie was opgeschoten. De expeditieleden vonden tot hun verbazing dat alle bomen ten noorden van de Chladni-kam aan één kant bijna geheel verkoold waren.
De dag na deze vondst weigerde ook Ilja Potapovitsj Petrov verder te gaan; goede raad was nu duur voor Koelik. Hij had geen vervoermiddelen meer voor zijn uitrusting en door de ingevallen dooi stonden de rivieroverstromingen voor de deur. Hij keerde tandenknarsend terug in Vanovara waar hij meteen op zoek ging naar nieuwe gidsen en een lange brief schreef naar Vernadski van de Russische Akademie van Wetenschappen waarin hij o.a. verzocht om de nodige gelden en beter materiaal. Dat lukte en op 22 mei 1927 bereikte een beter toegeruste expeditie, met Koelik aan het hoofd, na een dagenlange afmattende hakpartij door velden en omgevallen bomen van soms reusachtige afmetingen, het riviertje de Oechagitta, waar Koelik tot zijn stomme verbazing zag dat de bomen in oostwaartse richting tegen de grond waren gesmakt.
Toen ging hem een licht op: de oorsprong van de verwoestingen lag ongetwijfeld op of boven de plaats waar zich het globale snijpunt bevond van deze oostwaarts liggende en de tijdens de vorige expeditie gevonden zuid(oost)waarts liggende bomen. Na een kortstondig overleg besloot men te proberen in een grote cirkel om het berekende centrum heen te trekken. Hoe moeizaam deze trektocht ook was, het enthousiasme van de expeditieleden kende geen grenzen toen zij bemerkten dat de richting van de neergeslagen bomen van dag tot dag een enorme cirkel leek te beschrijven. Toen de cirkel door de dodelijk vermoeide reizigers was ge-



Recht onder de plek waar het Toengoeska-objekt moet zijn ontploft, trof de tweede expeditie van Koelik nog overeind staande bomen aan, hoewel de stammen helemaal van hun takken waren ontdaan. Koelik noemde die bomen telegraafpalen. Dat was een aanwijzing temeer dat het objekt in de lucht was ontploft. Alleen dan is op één plaats de druk vertikaal (naar beneden) gericht. Tekening Ben Apeldoorn



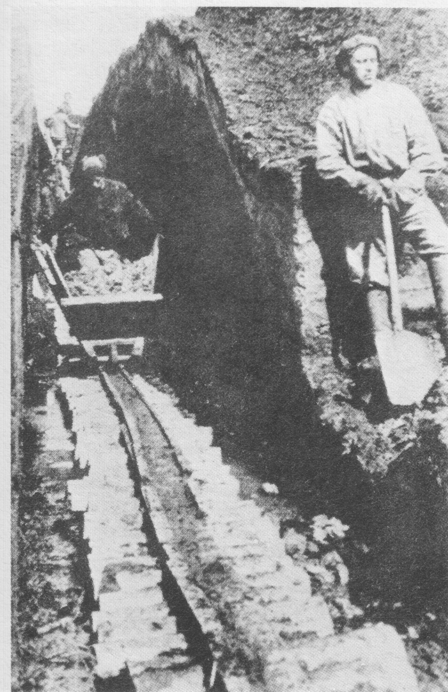
Onder de plek waar het Toengoeska-objekt ontplofte, vertoonde het terrein een laagte, die door Koelik de "Ketel" werd gedoopt. We zien hier de Ketel, met op de voorgrond de zogeheten telegraafpalen, kale boomstammen die overeind waren blijven staan. Naar Krinov, 1966

sloten, trok men naar het centrum ervan waar hen opnieuw iets onverwachts wachtte. In het centrum stonden, weliswaar volkomen van takken beroofd, nog groepen bomen overeind! Koelik noemde het telegraafpalen. Dat was op 4 juni 1927. Koelik schreef die dag in zijn dagboek:

"Zonder twijfel hebben wij thans het centrum van de ramp eerst omcirkeld en zijn er nu aangekomen. Wij hadden de indruk steeds op een soort wal te hebben gelopen welke een komvormige verdieping van minstens twee kilometer omsluit. Volgens de wetten van golfinterferentie moeten er, als de explosie op enige hoogte plaatsvond, in het centrum nog bomen overeind staan. Wij vonden ze inderdaad maar geheel beroofd van takken, volkomen verkoold, verrot en dus dood. Als de wind 's morgens opsteekt, moeten we uit de buurt blijven, want regelmatig valt er één om, geluidloos en zonder enige waarschuwing, soms akelig dichtbij."

Een heel interessante ontdekking deed men in het centrum van de "Ketel", zoals Koelik de enorme kom noemde. Men vond tientallen haast cirkelvormige verdiepingen en in het noordoostelijke deel van de "Ketel" vele tientallen kratervormige gaten die op maankraters leken. Deze waren tien tot vijftig meter in middellijn, gemiddeld drie meter diep en volgegroeid met moerasmos. Het kon haast niet anders, zo redeneerde de Koelik, dan dat daar de meteorieten lagen begraven.

Tijdens de expeditie van 1929/1930 werd uitvoerig gegraven in "kraters" in de Ketel. Koelik verwachtte er meteorietmateriaal aan te treffen. Dat bleek er niet te zijn en bovendien bleken de kraters natuurlijke kommen, ontstaan doordat zich in de bodem eerst ijslenzen hadden gevormd, die vervolgens smolten en het oppervlak lieten inzakken. Naar Krinov, 1966



Maar een ware tantaluskwelling doemde op; de voedselvoorraden waren bijna op. Nog voor slechts drie dagen was proviand voorhanden, zodat de noodgedwongen terugtocht net het karakter had van een vlucht, vooral omdat er in het gebied bijna geen wild was te schieten. Meer dood dan levend bereikte men Vanovara; onderweg had men noodgedwongen een muildier moeten braden.

Weer wat aangesterkt stak Koelik in december 1927 voor de Regionale Siberische Kommissie van Uitvoering te Krasnojarsk een vurig en enthousiast betoog af. Hij kreeg volledige medewerking met name omdat hij bleef hameren op het feit dat wat er in de ochtend van 30 juni 1908 in die streek was gebeurd elk menselijk voorstellingsvermogen te buiten ging....

"...de resultaten van dit eerste oppervlakkige onderzoek slaan werkelijk alle ooggetuigeverslagen en mijn stoutste verwachtingen...."

De laatste tochten onder Koelik

Onder leiding van Koelik zouden nog drie expedities het verwoeste gebied betreden: in het voorjaar van 1928, in 1929/1930 en in 1939/1940.

In het voorjaar van 1928 bouwde men een van enig komfort voorzien onderkomen op de rand van de "Ketel", zodat de onderzoekers gedurende langere tijd in het gebied konden werken en leven. Luchtfoto's werden van het gebied gemaakt om op basis daarvan gericht te werk te kunnen gaan. Verder werden graafapparatuur, magnetometers (voor het aantonen van zware nikkelijzerhoudende massa's in de diepte), een traktor (anno 1904) en andere meettoestellen ter beschikking gesteld. Zelfs een beroepsfotograaf ging mee voor het maken van illustraties bij de verslagen.

Al bij de eerste expeditie verkreeg de fotograaf bijna een unieke fotoserie, want bij het oversteken van een wilde stroom sloeg voor zijn ogen de boot van Koelik om. Koelik vocht voor zijn leven, verloor zijn bril, doch de kameraman fotografeerde rustig door.

Bij het binnentrekken van het verwoeste gebied bleek iedereen, op Koelik na, ineens onder een vreemdsoortig type steenpuisten te zitten.

Het onmenselijk zware maandenlange werk van de opgravingen bracht geen meteorieten aan het licht, noch kon men met de magnetometers grote nikkelijzer-restanten in de bodem aantonen; misschien niet verwonderlijk gezien de geringe gevoeligheid van deze toestellen.

Wat later bleek dat de eerder gevonden "kraters" een normaal verschijnsel in Siberië vormden. De gaten waren er al vóór 1908 en dankten hun ontstaan aan de vorming van ijslenzen in de bodem en het smelten daarvan.

Ook vond men dat in de onmiddellijke nabijheid van de "Ketel" vrijwel geen verwoestingen waren aangericht. Een oplossing daarvoor heeft men tot op de dag van vandaag niet gevonden. Hoe was het mogelijk dat een alomvattende gigantische kracht, verantwoordelijk voor uitgestrekte verwoestingen tot op grote afstand, vlak om de plaats waar die kracht het grootst was géén sporen heeft nagelaten?

De boomstammen bleken tot op een afstand van ruim 30 kilometer naar het zuidoosten, zuiden en zuidwesten aan één kant sterk geschroeid. Dit kan zijn veroorzaakt door de straling van de vuurbol zelf of door de straling die bij de explosie vrijkwam. Het meest waarschijnlijk is dat het door de vuurbol zelf werd veroorzaakt. Daarmee kunnen we een schatting doen van de helderheid: rond magnitude −35. Dit betekent ongeveer 1500 maal zoveel licht als we van de Zon ontvangen! Ook voor deze intense straling heeft men geen afdoende verklaring gevonden. Uit deze geschatte helderheid en de gevonden intrede- en eindsnelheden (respektievelijk 40 en 30 km/sek) kunnen we ruwweg bepalen hoe zwaar het lichaam is geweest. We komen dan op een massa uit van minimaal vijf miljoen ton.

In maart 1930 maakte Koelik een tocht door het centrum van de "Ketel", in gezelschap van Ilja Potapovitsj Petrov die kennelijk zijn vrees voor het gebied had overwonnen. Bovendien was Petrov benieuwd naar wat er van zijn graanschuur was geworden. Met de blik van de natuurmens verklaarde hij dat het gebied er totaal anders uitzag dan vóór 1908. Daar waar eens heuvels waren, was het land vlak; op sommige plekken vertoonden zich heuvels waar het land eens vlak was. Het eens aanwezige gigantische woud leek over een immense oppervlakte als door de Aarde verzwolgen. Waar eens harde veengrond was, waren nu uitgestrekte moerassen ontstaan. Op een bepaalde plaats aangekomen, herkende de Toengoes de geblakerde restanten van de graanopslagplaatsen die hij meer dan twintig jaar tevoren voor zijn gezin had gebouwd....

De vijfde expeditie, in 1939/1940, werd onderbroken door de Tweede Wereldoorlog. Omdat Petrov en Koelik een geweer konden vasthouden, werden ook zij in de strijd tegen de Duitsers geworpen. Petrov liet het leven in 1941 tijdens de slag om Moskou; Koelik stierf als krijgsgevangene op 14 april 1942...

Aardbevingen in Nederland

Cees Laban

Siso kode 567.2

Wij leven in een rustig stukje Europa, geologisch gezien dan. Toch vinden er bij ons wel eens aardbevingen plaats. Veel schade richten ze gelukkig nooit aan. De bevingen hangen samen met een stelsel van breuken diep onder onze voeten.

De meeste aardbevingen in Europa worden in de gebieden rond de Middellandse Zee gevoeld, vooral in Italië, Joegoslavië en Griekenland. Daar is de aardkorst vaak in beweging. Dat is een gevolg van een wereldomvattend geologisch proces dat verband houdt met de verschuiving van de kontinenten. Afrika beweegt namelijk langzaam noordwaarts, richting Europa. Dat kontinent maakt daarbij echter niet alleen deze noordwaartse beweging, maar gaat bovendien ook nog naar het oosten. Hierdoor zijn Italië en Joegoslavië in een soort draaiende beweging terecht gekomen. Daarbij ontstaan tal van breuken in de aardkorst. Dat leidt onder andere tot vulkanisme (zoals de Etna en de Vesuvius) en aardbevingen.

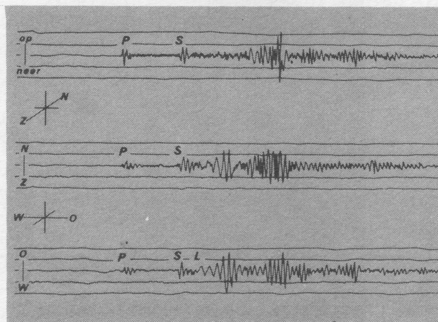
Slenken en horsten

De aardbevingen die in ons land worden gevoeld, en geregistreerd door het KNMI, zijn geen direkt gevolg van deze genoemde kontinentverschuivingen. Ze worden hoofdzakelijk veroorzaakt door een stelsel van breuken in de ondergrond van Zuidoost- en Midden-Nederland. Dat breukenstelsel is een voortzetting van een veel groter stelsel in West-Duitsland, de Boven-Rijnslenk genoemd. Het ontstaan van deze breuken is een gevolg van zogenaamde epirogenetische bewegingen. Daarbij worden grote delen van de aardkorst langzaam opgeheven. Tegelijk kunnen elders ook grote gebieden dalen, waardoor diepe bekkens ontstaan. In dergelijke gebieden "in beweging" treden in de aardkorst rekspanningen op waardoor vertikale breuken ontstaan. De breuken die in de ondergrond van Zuidoost- en Midden-Nederland voorkomen, hebben over het algemeen een zuidoost-noordwest verlopende richting. Langs deze breuken vinden nog steeds schoksgewijs bewegingen plaats. Deze kunnen aanleiding geven tot het ontstaan van aardbevingen. Plaatselijk zakken tussen twee breuken delen van de aardkorst langzaam weg, waardoor het gebied tussen de breuken lager komt te liggen. Dergelijke gebieden worden slenken genoemd. Aan de andere kant van de breuken blijft de aardkorst min of meer op zijn plaats en wordt gesproken van een horst. Een van de grootste slenken in ons land is de Centrale Slenk. Deze wordt aan de noordkant begrensd door de Peelhorst. Op enkele plaatsen in het Peelgebied is in het terrein een duidelijke opwelving te zien; hier ligt de overgang tussen de Centrale Slenk en de horst. De breuk die er tussen ligt, wordt de Peelrandbreuk genoemd. De vorming van de breuken in dit gebied vindt al sinds vele miljoenen jaren plaats. De Centrale Slenk bijvoorbeeld ontstond al aan het eind van de Jura-periode, tijdens het Malm tijdvak, cirka 162 tot 136 miljoen jaar geleden. De gebergtevormende beweging die toen optrad, wordt de Jong-Kimmerische Fase genoemd. Ons land hoort echter voor een groot deel tot een enorm dalend bekken, het Noordzeebekken. Ten zuiden van dit bekken ligt een gebied, waarvan de Ardennen deel uitmaken, dat lang in opwaartse beweging is geweest. Aan de rand van dit gebied, bij ons in Zuid-Limburg en Oost-Brabant, ontstonden hierdoor de bovengenoemde breuken.

Oude gegevens

Dat lichte aardbevingen in ons land veel vaker voorkomen dan wordt gedacht, blijkt uit oude publikaties. De eerste vermeldingen dateren van omstreeks 600 na het begin van onze jaartelling. Zo vond bij het Belgische Tongeren in die tijd een beving plaats die van vernietigende kracht geweest moet zijn. De haard (epicentrum) van deze beving, dat is de plaats waar een aardbeving aan het oppervlak het sterkst wordt gevoeld, lag toen ten zuiden van onze huidige landsgrens. De oudste aardbevingen waarover in ons land is geschreven, dateren uit de 12e eeuw. Zo vond er in 1174 in Maastricht een zodanige aardbeving plaats, *"datter veele casteelen, huysen en menschen, die over straete gingen omverre vielen, corts daer naer stond sulcken vehementen wint op, die veel daeken van de huysen afwaijde"*. Boxmeer, een plaats in het genoemde breukengebied, is een van de plekken waar gedurende de geschiedenis herhaaldelijk aardbevingen zijn gevoeld. In het kerkarchief van deze plaats staat in het jaar 1640 zelfs een aardbeving beschreven die *"groote schade deed"*. In Sevenum, een plaatsje in de Peel, werd op 18 september 1692 een aardbeving

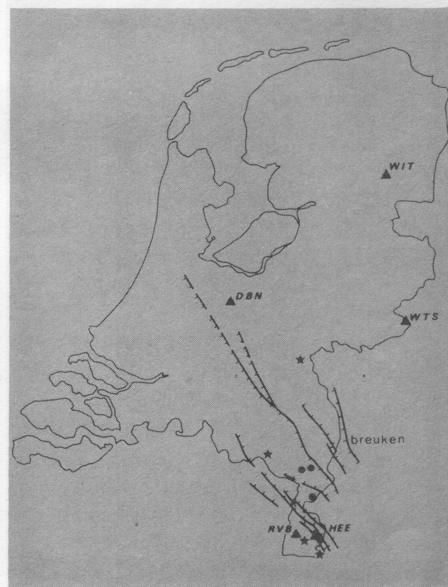
Drie seismogrammen die door het KNMI in De Bilt werden geregistreerd van een aardbeving die in de Ionische Zee, tussen Griekenland en Italië, plaatsvond. Uit de verschillende registraties kan informatie worden verkregen over de afstand en richting van de aardbevingshaard. Naar Houtgast, 1980



Aardbevingen in België

Net als bij ons komen in België ook weinig aardbevingen voor. De krachtigste van deze eeuw trad op 11 juni 1938 in het zuidwesten van het land, bij Oudenaarde, op. Daarbij werd forse schade aangericht. De aardbevingen in België hangen samen met breukzones in de steenkoolbekkens van de Borinage en Charleroi, langs de rand van de Hoge Venen in het oosten van het land, in de provincie Limburg en rond het oude, in de diepte liggende Massief van Brabant.

Een stukje noordwest-zuidoost verlopend profiel door het breukengebied in de Peel, bij Neerkant. Duidelijk zijn hoogteverschillen en verschillen in de ondergrond te zien aan weerszijden van de Peelrandbreuk. Naar geologische kaart Venlo West van RGD



gevoeld, die de huizen deed schudden, aldus de toenmalige Sevenumse pastoor J. Damen.
Een aardbeving van recentere datum deed op 20 november 1932 de bevolking rond het Brabantse plaatsje Uden schrikken. Deze beving had een kracht van 6 tot 7 op de schaal van Mercalli en is tot op 1760 km van het epicentrum geregistreerd. De beving richtte grote schade aan gebouwen aan; schoorstenen vielen om, muren scheurden en gevelversieringen vielen naar beneden. Volgens de krantenberichten uit die tijd rende de bevolking, soms nog in nachtkleding, in paniek de straat op, niet wetend wat er aan de hand was. Vooral de naschokken die de volgende dagen werden gevoeld, veroorzaakten grote onrust onder de bevolking in de omgeving van Uden. Sommige gezinnen sliepen dagenlang in schuurtjes en zelfs in kippehokken.

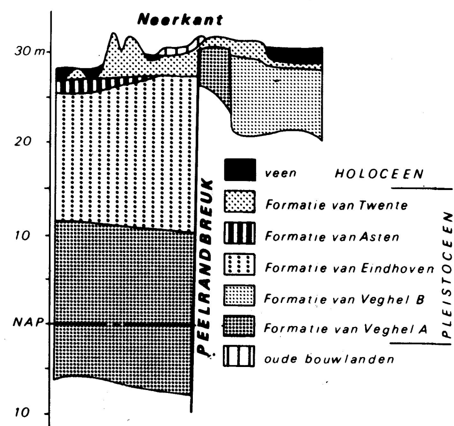
Tot in Noord-Nederland

De epicentra van de meeste aardbevingen die in ons land worden geregistreerd, liggen buiten onze grenzen. In totaal zijn uit de beschikbare literatuur ruim 300 bevingen geteld sinds het jaar 800 die voelbaar zijn geweest. Het grootste deel hiervan is in Noord-Brabant en Limburg waargenomen. Er waren er ook bij die tot in Noord-Nederland waarneembaar waren. Het KNMI heeft in ons land vier stations opgesteld waar voortdurend aardbevingen kunnen worden geregistreerd. Deze staan in De Bilt, Witteveen (Drente), Winterswijk en Heerlen. Gemiddeld worden op deze stations per dag vier aardbevingen geregistreerd die ergens in de aardkorst zijn opgetreden.
Om de sterkte van een aardbeving aan te duiden zijn twee verschillende schalen in gebruik. Eén schaal, die van Mercalli, geeft de intensiteit van een aardbeving weer; dat is een maat voor de waargenomen uitwerking van een beving op een bepaalde plaats aan het aardoppervlak. De andere schaal, die van Richter, geeft de magnitude van een beving weer. De magnitude geeft aan hoeveel energie in de vorm van seismische golven in een aardbevingshaard vrijkomt. De magnitude kan van het seismogram worden afgelezen.

Twee typen golven

Voor het vastleggen van de trillingen die een aardbeving veroorzaakt, zijn diverse soorten apparaten ontwikkeld, seismografen genoemd. Deze bestaan in principe uit een stationaire massa die als een slinger is opgehangen en pas in beweging komt als seismische golven het raamwerk waarin de slinger hangt, passeren. Een type dat vroeger veel werd gebruikt is de mechanische seismograaf. Deze bestaat uit een horizontale slinger en een gewicht dat aan een vertikale veer is opgehangen. Beide delen zijn met een direkte overbrenging via hefboomstelsels met het registratiegedeelte verbonden. De registratie vindt plaats door een pen die een lijn trekt over beroet papier.
Een veel modernere manier van registratie gebeurt met een elektromagnetische seismograaf. Dit instrument bestaat in principe uit een bewegende spoel die in een vast magnetisch veld is bevestigd. De induktiestroom die door seismische golven wordt opgewekt, wordt door een galvanometer gestuurd en de uitslag hiervan wordt geregistreerd.
Uit de registraties van de seismografen kan de afstand tot het epicentrum van een aardbeving eveneens worden afgelezen. Dat wordt gedaan door het verschil in aankomsttijd van de diverse seismische golven te bepalen. Hoe verder weg de aardbeving heeft plaats gevonden, des te groter is het verschil in aankomsttijd.
Er worden drie seismische golftypen onderscheiden: longitudinale, transversale en oppervlakte golven. Na de aardbeving planten de verschillende golftypen zich onafhankelijk van elkaar door de aardkorst voort. Bij longitudinale golven gaan de deeltjes van het gesteente waar de golf doorheen loopt, zich in de richting van de voortplanting van de golf bewegen. Het gevolg hiervan is dat er zogenoemde verdichtingen en verdunningen gaan optreden. Dergelijke golven worden P-golven genoemd (primaire golven). Transversale golven veroorzaken een bewegingsrichting van de gesteentedeeltjes die loodrecht op de voortplantingsrichting van de golf staat. Deze golven worden S-golven (sekundaire golven) genoemd. De snelheid van P-golven is in eenzelfde gesteente cirka 1,7 maal hoger dan die van S-golven. P-golven kunnen snelheden bereiken van 8 km per sekonde net onder de aardkorst tot 14 km per sekonde dieper in de aardmantel. De P-golf wordt dan ook het eerst door de seismograaf geregistreerd. Oppervlaktegolven, L-golven genoemd, planten zich niet door het inwendige van de Aarde voort, maar lopen langs het aardoppervlak.

De ligging van de belangrijkste breuken in het zuidoosten en midden van Nederland. Van de aardbevingen die tussen 1971 en 1980 uit dit gebied werden geregistreerd, zijn de haarden aangegeven. De driehoekjes geven de plaatsen aan waar zich seismische stations van het KNMI bevinden.



Drie seismografen

Om de richting van een aardbevingshaard te bepalen, wordt gebruik gemaakt van drie seismografen. Deze meten elk één komponent, namelijk vertikaal, noord-zuid en oost-west. Uit de verschillende registraties kan dan de richting van waaruit de golf kwam, worden afgeleid. Het vastleggen en bestuderen van dat soort registraties wordt bij ons op het KNMI gedaan. Hoewel wij in ons land zelf niet voortdurend in angst hoeven te zitten over het eventuele optreden van aardbevingen, levert het KNMI toch een bijdrage aan het internationale net van waarnemingspunten. Vooral de vrijwel ononderbroken reeks van registraties die sinds 1914 in De Bilt zijn verkregen, geven bijzonder waardevolle informatie die internationaal wordt gebruikt.

Literatuur: Aardbevingen, bron van geofysische informatie, Drs. G.Houtgast, De Ingenieur, nr.14, 3/4, 1980.

Laatste nieuws

"De belangrijkste ontdekking in de natuurkunde in 25 jaar." "Het oogstjaar voor de Europese natuurwetenschap." Zo kondigden op een perskonferentie op 1 juni jongstleden professor Herwig Schopper, direkteur-generaal van CERN en dr. Carlo Rubbia, leider van een onderzoeksteam van 126 personen, trots de ontdekking aan van het Z^0-deeltje. De geweldige betekenis van deze ontdekking blijkt uit het artikel over een nieuwe telg in de atomaire familie, op pagina 346-348 van dit nummer. In dat artikel werd de spoedige ontdekking van het Z^0-deeltje al verwacht. In natuurkundige kring is men er vast van overtuigd dat het werk in het CERN een Nobelprijs gaat opleveren. De prijs zou dan kunnen gaan naar dr. Carlo Rubbia en onze landgenoot dr. Simon van der Meer, die de techniek om de W- en Z-deeltjes te maken, heeft bedacht. De ontdekking van de deeltjes betekent dat het elektromagnetisme en de zwakke kernkracht verschillende uitingen van één en dezelfde kracht zijn.

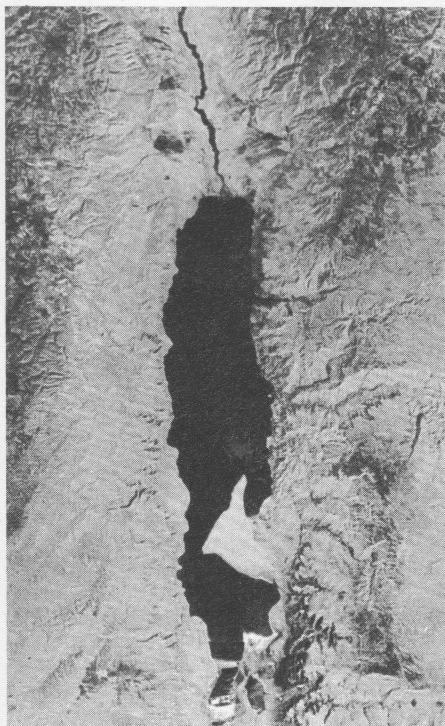
Gekkenwerk moet Dode Zee redden

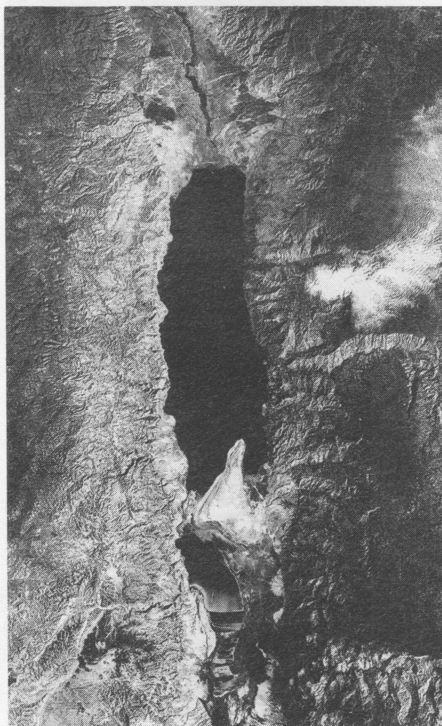
G.J.van Lonkhuyzen
Siso kode Az.w-isra 699.6

Het niveau van de Dode Zee zakt momenteel bijna één meter per jaar. Als dat zo door gaat, dan zou er van deze binnenzee tegen het midden van de volgende eeuw niet meer dan een grote natte zoutpoel over zijn. Israel en Jordanië zouden daar een hoop last van kunnen krijgen en daarom wordt binnenkort begonnen aan een reddingsplan: water uit de Middellandse Zee naar de Dode Zee pompen.

Het projekt is Mediterranean Dead Sea Projekt genoemd. In de volksmond staat het bekend als Med-Dead en dat is tegelijk een soort koosnaam en een beetje een spotnaam. Med klinkt in het Engels uitgesproken ongeveer als "mad", en dat betekent "gek". Veel mensen in Israel geloven niet zo in het plan; ze vinden het te ambitieus en te duur. Wat dat laatste betreft hebben ze niet helemaal ongelijk. Volgens ramingen van het afgelopen jaar zou uitvoering van het projekt 1,4 miljard dollar gaan kosten. Toch heeft de Israelische regering besloten het projekt van start te laten gaan. Men mag namelijk verwachten dat niets doen uiteindelijk nog meer geld zou gaan kosten en bovendien zal het projekt tot een hele reeks bijkomende aktiviteiten kunnen leiden.

Het slinken van de Dode Zee is op satellietfoto's goed te volgen. De linkerfoto stamt uit 1972 en laat helemaal in het zuiden van de Dode Zee een aantal zoutpannen voor het winnen van zout zien. Op de opname rechts, uit 1978, is goed te zien dat het zuidelijke puntje van de rest van de zee is afgesloten en dat het landoppervlak groter is geworden. Ook in het noorden, waar de Jordaan in de Dode Zee uitmondt, is het landoppervlak iets groter geworden. Foto Nasa





Oud idee

In 1896 stelde Johann Kremenitzki aan Theodore Herzl voor om, wanneer de staat Israel eenmaal gevestigd zou zijn, voordeel te halen uit het niveauverschil tussen de Middellandse Zee en de Dode Zee. In 1899 kwam de Zwitserse ingenieur Max Bourcart met het voorstel de Middellandse Zee en de Dode Zee met elkaar te verbinden en in die verbinding drie krachtcentrales te bouwen. Het zou tot 1974 duren eer serieus op dat voorstel werd gestudeerd. Een van de aanleidingen daartoe was de vaststelling dat het waterpeil in de Dode Zee snel aan het teruglopen was. Jaarlijks zakt het peil van de Dode Zee door verdamping 1,6 meter. Omdat de Israeli's water voor bevloeiing uit de Jordaan halen (de Jordaan mondt in de Dode Zee uit) en de Jordaniërs hetzelfde doen met de Yarmoek, een van de zijrivieren van de Jordaan, komst steeds minder water in de Dode Zee terecht. In ieder geval te weinig om het natuurlijke verlies goed te maken. Sinds 1930 is het niveau van de Dode Zee gezakt met negen meter, van 390 tot 399 meter beneden zeeniveau. De Dode Zee is het laagste punt van het aardoppervlak; daar is onze zes meter beneden NAP niets bij. Hoewel het water van de Jordaan zoet is, wordt het in de Dode Zee snel erg zout. Dat komt doordat veel zouten in het water zijn opgelost en doordat de sterke verdamping aan het oppervlaktewater watermolekulen onttrekt; daardoor neemt het absolute zoutgehalte toe. Bourcart had in zijn voorstel ook al voorzien dat het redelijk zoete water van de Jordaan voor bevloeiing gebruikt zou gaan worden. Daarom moest volgens hem de Dode Zee bijgetankt worden, vanuit de Middellandse Zee danwel vanuit de Rode Zee.

Maar dat bijtanken van de Dode Zee bleef uit, terwijl het aftappen van de Jordaan en de Yarmoek wel leidde tot een sterk verminderde watertoevoer naar de Dode Zee. Er moest dus wel iets gebeuren. Als de Dode Zee nog verder indampt, ontstaat er een milieuramp die ernstige ekonomische gevolgen heeft. Israel is bang dat de rekening daarvan veel hoger zal zijn dan de 1.4 miljard dollar die het Med-Dead projekt vergt. Het is wel een probleem, dat geld. Israel heeft een oorlogsekonomie. Volgens officiële cijfers wordt 45 procent van het bruto nationaal inkomen besteed aan defensie. Velen zeggen dat dat veel meer is. Er is dus in elk geval geen geld beschikbaar voor het projekt en daarom wordt er gezocht naar deelnemers in het projekt. Er móét water naar de Dode Zee.

Trajekt van het kanaal

De technologen zeggen dat het in wezen vrij eenvoudig is. Vanuit een punt bij Qatif in de (bezette) strook van Gaza, wordt in een buisleiding water van de Middellandse Zee opgepompt naar een punt op 100 meter boven zeeniveau. Daar komt het water in een open kanaal van 22 kilometer lengte. De zeven kilometer door Gaza gaan op 30 meter onder de grond en ook het pompstation moet onder de grond komen. Vervolgens, na die 22 km "open" transport, komt men aan de heuvels van Zohar. Hier gaat de waterstroom weer ondergronds door een tunnel met een doorsnede van vijf meter. Die tunnel zal tenslotte 500 meter onder de top van de heuvels bij Arad doorgaan. Om de bouw ervan te versnellen zal men in de heuvels drie vertikale liftschachten bouwen, zodat vanuit een aantal pun-

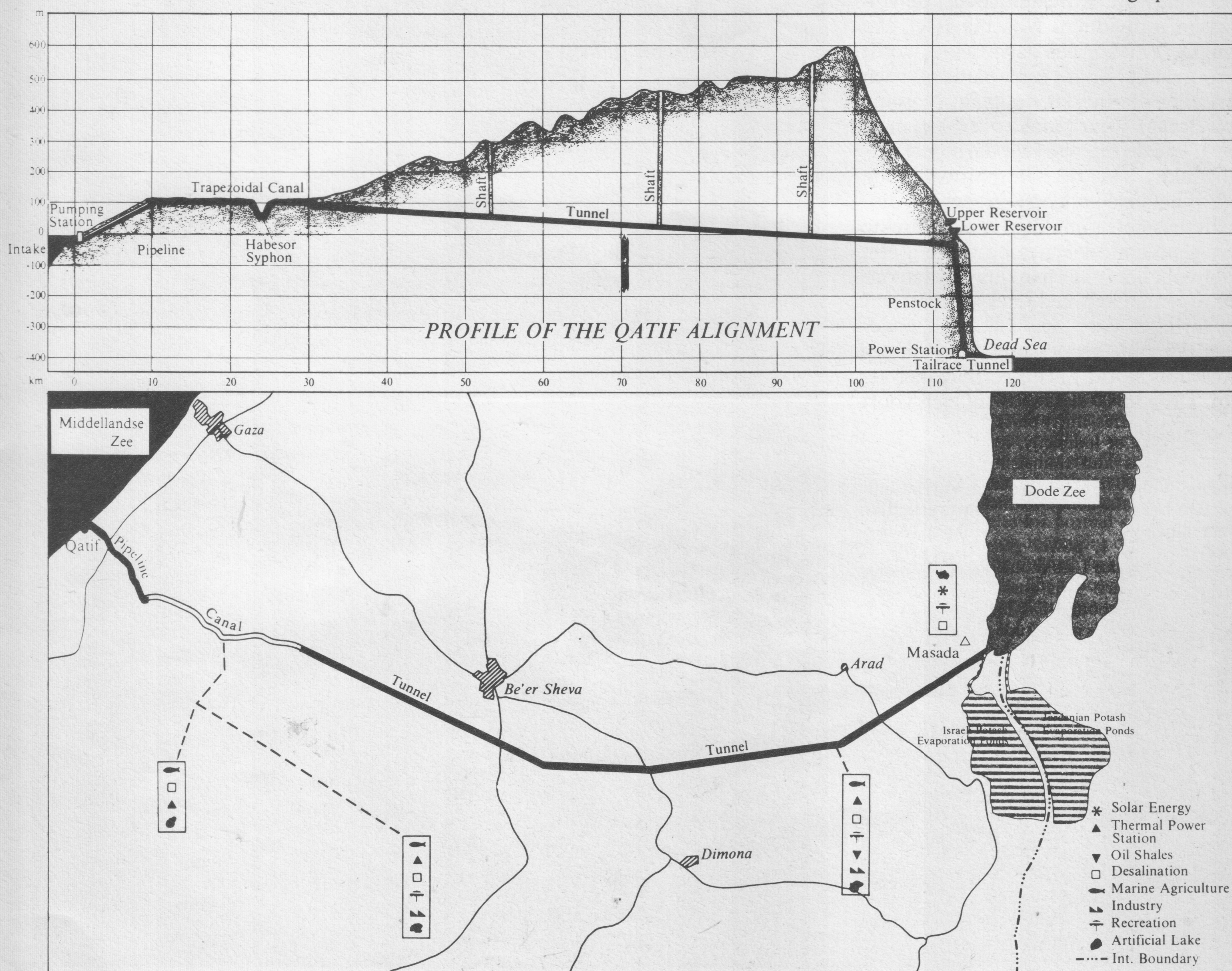
ten in twee richtingen tegelijk kan worden gewerkt.
De tunnel moet tenslotte uitkomen op een punt dat 400 meter boven de Dode Zee ligt. Op dat punt worden twee reservoirs aangelegd in de bergwand, die moeten helpen de waterstroom te regelen. Een valbuis leidt het water naar een krachtcentrale -ook in de berg ingegraven- die 800 megawatt moet opbrengen tijdens piekuren.
De route die voor het Med-Dead projekt is gekozen, is vrij sterk gebogen. Men wil namelijk milieu risiko's, heilige plaatsen, archeologische terreinen en dergelijke vermijden.
Als het water eenmaal stroomt, zal in de loop van de daarop volgende dertig jaar de Dode Zee weer op het oude peil terugkomen. Dat betekent wel, dat de Israelische en Jordaanse zoutwinningen aan het zuidelijk uiteinde van de Dode Zee geleidelijk aan hun dijken moeten verhogen om overstroming van de wingebieden tegen te gaan. Als de Dode Zee weer op peil is, zal het Med-Dead kanaal alleen geopend worden om het niveau te handhaven.

Dit wordt de route van het kanaal tussen de Middellandse Zee en de Dode Zee. Het water loopt het grootste gedeelte van de route door een tunnel. Onderweg kan water omhoog gepompt worden voor nevenaktiviteiten.

Bijkomende projekten

Maar tegen die tijd moet het kanaal aanleiding gegeven hebben tot een hele reeks bijkomende projekten. Men wil bijvoorbeeld zonnevijvers aanleggen in de Negev-woestijn om daar elektriciteit uit te winnen voor de ontginning van het gebied. Een proefprojekt aan de rand van de Dode Zee werkt al met verbluffend sukses. Verder wil men er viskwekerijen aanleggen, voor zeevis uiteraard.
Er zullen kunstmatige rekreatiemeren komen, ontziltingsinstallaties en industrieën die veel koelwater nodig hebben. Maar dan zal eerst de Dode Zee op peil gebracht moeten zijn met water dat in een hoeveelheid van 50 kubieke meter per sekonde gedurende dertig jaar uit de buis stroomt.
Er wordt zelfs gedacht aan "drijvende zonnevijvers". Het zoutgehalte van de Dode Zee is ongeveer tien maal zo hoog als dat van de Middellandse Zee. Men krijgt dus in de Dode Zee een situatie waarbij een laag "lichtgezouten" water bovenop flink zout water komt. Dat zal er toe kunnen leiden, dat de diepere waterlagen van de Dode Zee, aanzienlijk warmer zullen worden dan de toplagen. Uit die situatie laat zich energie winnen, vanaf drijvende Rankine-turbines. Daarin wordt het warme water gebruikt om een werkvloeistof te verdampen, waarna de damp een turbine op gang brengt en tenslotte de damp weer tot kondenseren wordt gebracht met het koelere topwater. Deze installatie moet in de Dode Zee drijven om het warme water uit voldoende diepte te kunnen halen, redelijk ver uit de kust, waar geen sterke vermenging van water meer optreedt.
Israel verwacht bij het projekt nauwelijks politieke problemen. De buis door de Gazastrook zal het gebied eventueel een "pacht" opleveren en die pacht zal zo ongeveer de enige bron van inkomsten van de strook zijn. Het op peil brengen van de Dode Zee is voor Jordanië van minstens even groot belang als voor Israel. Er zal alleen onderhandeld

vervolg op blz. 335

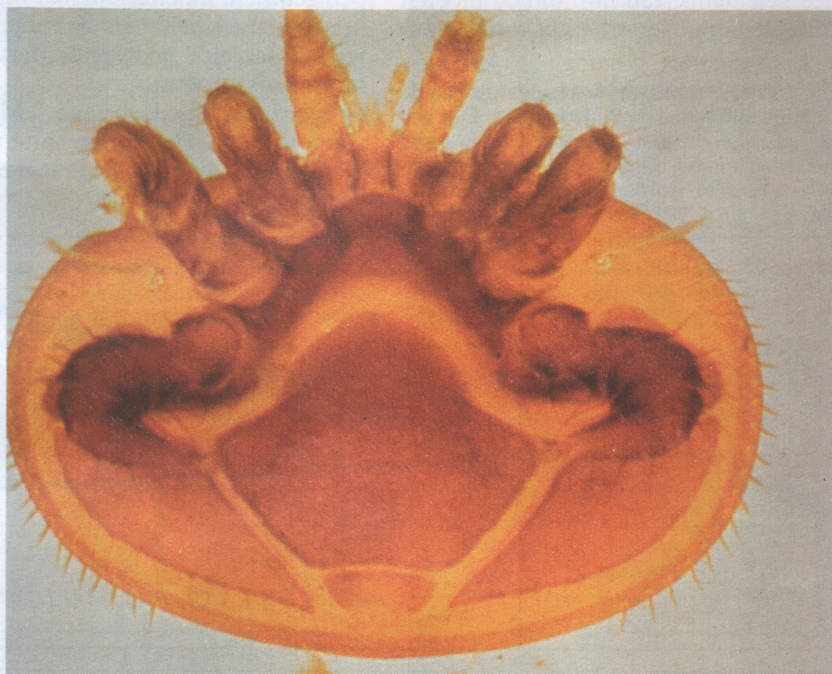


Cees Laban
Siso kode 634.9

VARROA opent offensief

Onzorgvuldig handelen kan wel eens verstrekkende gevolgen hebben voor de natuur. Dat is in 1977 in het Duitse plaatsje Oberursel weer eens gebleken. Zomaar bijen uit Oost-Europa onderzoeken is fataal geworden voor de Duitse imkers. Met de Oost-Europese bijen kwam een klein spinachtig Aziatisch diertje, de Varroa-mijt, mee en dat veroorzaakt een ziekte waaraan uiteindelijk het hele bijenvolk ten onder gaat. Nu staat deze ziekte vlak voor onze grenzen. En een vliegende bij trekt zich niets van een grenspaal aan......

Dat de honingbijen in ons land nogal wat natuurlijke vijanden hebben, is bekend. Buiten de kasten en korven zijn het allerlei insekten, spinnen en vogels. In hun woningen is de situatie soms heel wat gevaarlijker. Hier worden de bijen door enkele ziekten belaagd. Twee hiervan bedreigen vooral de volwassen individuen. Nosema is er één van. Deze ziekte, een darmziekte, wordt veroorzaakt door een parasiet, een ééncellig diertje dat de naam Nosema apis draagt. Deze parasiet verblijft in de darm van de bij, waar hij darmpest veroorzaakt. Via de darmuitwerpselen wordt het hele volk op een gegeven moment besmet. Gelukkig is deze ziekte met geneesmiddelen te bestrijden. Het bijenvolk hoeft hieraan dus niet ten onder te gaan. De tweede ziekte is heel wat gevaarlijker voor het volk. Een ongeveer 0,5 mm groot spinachtig diertje (Acarapis woodi) is de veroorzaker ervan. Deze mijt leeft en plant zich voort


1

Onder: Volwassen vrouwelijke Varroa-mijten. De beestjes zijn hier in hun werkelijke kleur afgebeeld. Foto Leo Goedkoop, Doesburg




3

Alle foto's, tenzij anders vermeld, Andries C.Sabelis

Afb.1. De Varroa-mijt heeft een grootste afmeting van zo'n 1,5 millimeter. De poten zitten van bovenaf gezien vrijwel verscholen onder het rugschildje. Op deze aanblik van de onderkant van een Varroa-mijt zien we acht poten en monddelen waarmee het bloed uit de bij wordt opgezogen. Foto Drs.A.de Ruyter, Hilvarenbeek

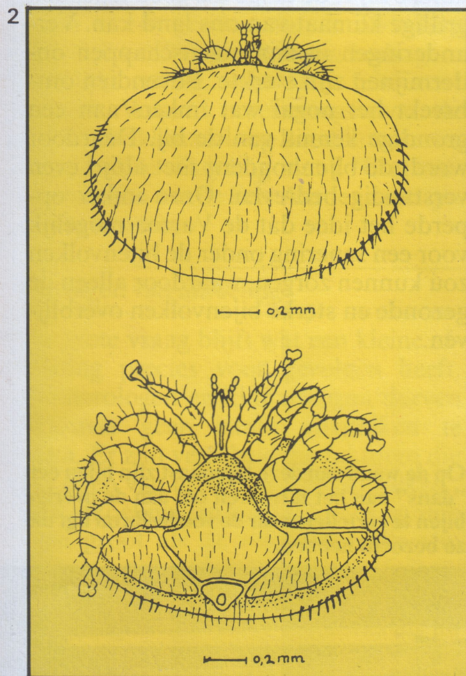
Afb.2.Een vrouwelijke Varroa-mijt in boven- en onderaanzicht. Alleen de vrouwelijke mijten komen op de bijen voor. De mannelijke mijten zorgen voor bevruchting van de vrouwelijke exemplaren,sterven meteen daarna zonder ooit een bij gezien te hebben. Tekening Consulentschap voor de bijenteelt, Hilvarenbeek

Afb.3. De werksterbijen voeren honing en stuifmeel aan, waarmee de raten worden opgevuld (linksboven). Linksonder zijn de raten te zien die met een waslaagje zijn afgesloten. Daarin zijn bijenlarven aan het verpoppen. Vlak voordat de raten worden afgesloten, legt de Varroa-mijt er haar eitjes in. Daaruit ontwikkelen zich in de raat geslachtsrijpe mijten. De mannetjes bevruchten de vrouwtjes en sterven. De vrouwtjes komen met de jonge bij de raat uit en hechten zich aan de bijen. Met de bijen worden ze zo verspreid.

Afb.4. In bijenkasten worden houten raampjes opgehangen waarin raten worden gebouwd. Meestal brengt de imker een klein stukje kunstraat aan, waarna de bijen de rest van het raam zelf met raten vullen. Een deel van de raten wordt gebruikt als broedkamer, de rest wordt met stuifmeel en honing opgevuld.

Een imker bekijkt de honingproduktie in één van zijn kasten. De honing wordt door slingeren (tegenwoordig in een speciale centrifuge) uit de raten verwijderd.

2





4



in het eerste paar luchtbuizen van het borststuk van de bij. Hij doorboort met zijn scherpe monddelen de wand van de luchtbuizen om het bloed van de bij te kunnen opzuigen. Vaak komt deze mijt in grote aantallen in de luchtbuizen voor zodat deze verstopt raken. Door gebrek aan zuurstof en een tekort aan bloedsuikers worden de vliegspieren van de bij verlamd, waarna de bij doodgaat.

Vanuit Sri Lanka

In Nederland komt de bovengenoemde mijtziekte voornamelijk in het grensgebied met Duitsland voor. Door de Rijksbijenteeltkonsulent worden in deze gebieden alle bijenvolken jaarlijks bemonsterd. Er worden dan veertig tot vijftig bijen nauwkeurig op het voorkomen van de Acarapis woodi onderzocht. Besmette volken worden na ontdekking terstond doodgemaakt.
Een heel vervelende ontdekking werd in 1977 bij het Duitse plaatsje Oberursel gedaan. Het bleek dat in en rond het daar gevestigde Instituut voor Bijenonderzoek alle volken waren besmet met een nieuwe mijtziekte. De veroorzaker is de Varroa-mijt (Varroa Jacobsoni O.). Vermoedelijk is deze mijt al in 1972 of 1974 met uit Sri Lanka ingevoerde bijenvolken van de Indische honingbij in Oost-Europa terecht gekomen. In Oberursel zijn vervolgens Oosteuropese bijen onderzocht en daarbij is te weinig aandacht geschonken aan de Varroa-mijt. Het onderzoek dat na de ontdekking werd gedaan, toonde aan, dat in 1979 al 1500 van de 5000 volken in het gebied van de Taunus, tussen de rivieren de Main en de Lahn, met deze ziekte waren besmet.

Razendsnelle verspreiding

Evenals de Acarapis woodi leeft de Varroa-mijt van het bloed van de bij. De Varroa-mijt leeft echter niet **in** het lichaam van de bij, maar erop. De mijten zuigen het bloed op plaatsen waar de huid van de bij dun is. Hun eitjes leggen ze bij voorkeur in cellen waar mannelijke bijenlarven worden grootgebracht. Dit doen ze even voordat de cel met een wasdekseltje wordt afgesloten. De bijenlarve gaat dan namelijk aan zijn verpopping beginnen. Wanneer de eitjes van de mijten uitkomen, worden de jonge vrouwtjes direkt door de mannetjes bevrucht. De mijten-mannetjes overleven dit niet, maar de vrouwtjes verlaten tegelijk met de jonge bij de cel. Zo snel mogelijk zoeken ze daarna een volwassen bij op en klampen zich aan haar vast. Vier tot dertien dagen nadat ze zich vol bloed hebben gezogen, zijn de mijten al in staat om eitjes te leggen.

Op deze manier verspreidt de Varroa-mijt zich razendsnel over het bijenvolk. De bijen sterven meestal niet door het bloedverlies, maar door infekties die door allerlei bakteriën worden veroorzaakt. Deze bakteriën komen tijdens het zuigen van het bloed mee naar binnen. Op den duur gaat op deze manier een heel bijenvolk ten gronde. Bovendien kan de Varroa-mijt zich via de darren ook naar een ander bijenvolk verbreiden. Darren worden namelijk ook door andere dan alleen hun eigen volk geaccepteerd.

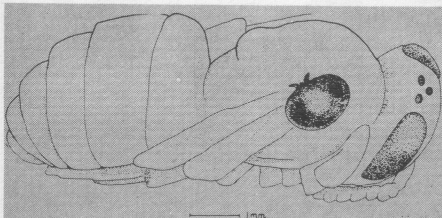
Rook

Bestrijdingsmiddelen waarmee een besmet volk kan worden gered, zijn er niet. Geadviseerd wordt, om de bijenvolken de komende tijd met tabaksrook te beroken. De Varroa-mijt schijnt hier niet tegen te kunnen. Rook is echter niet afdoende, omdat het aangetaste broed er niet mee in aanraking komt. De besmetting blijft zo bestaan.
Er is ook een chemisch produkt in de handel verkrijgbaar, Folbex genaamd. Het gebruik hiervaan is echter nogal bezwaarlijk. Per slot van rekening komen deze stoffen in de honing terecht en dat is ook niet de bedoeling.
Een van de methoden met de beste resultaten is in besmette volken ramen met darrenbroed (mannelijke larven) te hangen. Zodra de Varroa-mijten hun eitjes in deze cellen hebben gelegd, worden de ramen uit de kast of korf gehaald en verbrand.

Varroa-mijt aan onze grens

Begin februari dit jaar kwamen dertig bijendeskundigen uit negen EEG-landen op een kongres in Wageningen bij elkaar om zich over het Varroa-probleem te buigen. Men heeft tijdens dit kongres een poging gedaan om de onderzoeksprogramma's van de verschillende instituten van de betrokken landen te koördineren. Aan de EG-kommissie voor biologische en geïntegreerde bestrijding is een voorstel gedaan om het Varroa-onderzoek op te nemen in haar nieuwe vijfjarenplan. De Rijks-

Een volwassen Varroa-wijfje op een pop van een werksterbij. Tijdens het popstadium van de bijen komen de eitjes van de Varroa uit en ontwikkelen zich de volwassen exemplaren van de mijt. Tekening Consulentschap voor de Bijenteelt, Hilvarenbeek



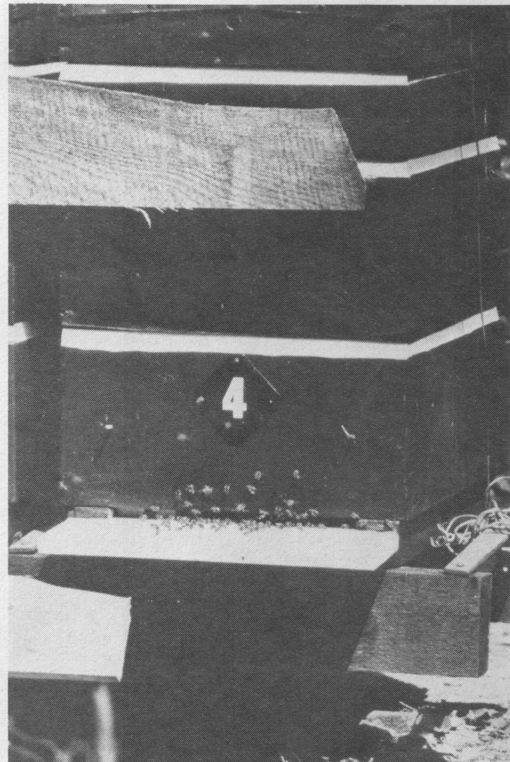
> Er zijn in ons land zo'n 12.000 imkers. Rond tweederde van hen is georganiseerd in de Vereniging tot Bevordering der Bijenteelt in Nederland. Van alle imkers werkt 95% met Nederlandse bijen, de overige 5% met buitenlandse bijen. De Nederlandse bijen worden door de buitenlandse geïnfiltreerd. Dat leidt tot verzwakking van de Nederlandse bij, die als geen ander aangepast is aan ons wisselvallige klimaat. Binnen de VBBN ontstond enige jaren geleden verschil van mening over de bedreiging van de raszuiverheid van de Nederlandse bij en wat daar eventueel aan gedaan moest worden. Die onenigheid heeft eind 1981 geleid tot de oprichting van de Stichting tot Behoud van de Nederlandse Bij. Daar zijn nu enkele honderden imkers donateur van. Zoals de naam al zegt, beijvert de stichting zich tot het beschermen van de Nederlandse bij. Met de Varroa-mijt voor de deur is dat een uiterst aktuele zaak. Wie meer wil weten, kan terecht bij de voorlichter van de stichting, de heer Leo Goedkoop, Notenstraat 4, 6982 CK Doesburg.

bijenteeltkonsulent heeft voor ons land inmiddels 25 zogenoemde bestrijdingsteams geïnstrueerd. Deze teams kunnen de Varroa-mijt, wanneer deze in een volk aanwezig is, direkt herkennen. Voorts werd op 15 maart dit jaar door de Stichting tot Behoud van de Nederlandse Bij in Utrecht een perskonferentie belegd. Een van de thema's op die konferentie was het gevaar van de Varroa-mijt. Wanneer deze ziekte ons land binnenkomt kan dit de totale ondergang van de Nederlandse bij betekenen. En het verdwijnen hiervan kan verstrekkende gevolgen hebben voor de land- en tuinbouw in verband met een verminderde bestuiving. Op het moment van de perskonferentie waren door de Rijksbijenteeltkonsulent nog geen maatregelen genomen om het gevaar te keren. Spoedig daarna echter is voor het oosten van het land een vervoersverbod ingesteld. Dit is op 21 april j.l. ingegaan.
De Stichting tot Behoud van de Nederlandse Bij is echter weinig optimistisch over het effekt van deze maatregel. De enige oplossing die nog redding kan brengen, is volgens haar enkele Waddeneilanden te isoleren. Daar zouden dan geen bijenvolken van buitenaf meer mogen worden toegelaten. Het water rond de eilanden biedt voldoende garantie dat geen bijen van het vasteland op de eilanden terecht komen. Op dit moment zijn alleen Texel en Terschelling nog geschikt als bijenreservaat (of toevluchtsoord, zoals de biologen dat noemen). Wanneer het lukt om daar de bijen onbesmet te houden, dan kan elders de Varroa-mijt rigoreus bestreden worden en het verlies aan volken vanaf de eilanden later worden aangevuld. De verschillende instanties die zich met de bijenteelt bezig houden, zijn het over deze aanpak echter niet eens. Het is te hopen dat dit niet het begin van het einde van de Nederlandse bijenteelt wordt.

Bezorgdheid overdreven?

Misschien is er toch minder reden tot bezorgdheid dan uit het voorgaande blijkt. Een zeer ervaren imker die wij spraken, verwacht dat gezonde bijenvolken een aanval van de Varroa-mijt moeten kunnen doorstaan. Het probleem is volgens hem vooral dat veel volken in ons land niet zo gezond zijn. Dat komt door inteelt, vermenging met buitenlandse bijenvolken en het kweken van andere eigenschappen dan de bestaande. De oorspronkelijke Nederlandse bij is de enige die goed tegen het grillige klimaat van ons land kan. Veranderingen in zijn eigenschappen ondermijnen zijn sterkte. Bovendien ontbreekt het nogal wat imkers aan een grondige kennis van de bij. Daardoor wordt de bijenhouderij niet altijd even verstandig bedreven. Onze imker opperde het idee dat de Varroa mogelijk voor een sanering onder de bijenvolken zou kunnen zorgen, waardoor alleen de gezonde en sterke bijenvolken overblijven.

Op de wand van deze bijenkast zijn bijen een "dans" aan het uitvoeren om aan de overige bijen te vertellen waar de voedselbron ligt die ze bezocht hebben.



Cees Laban
Siso kode 597.8
Foto's Andries C.Sabelis

Geheim van de bijennavigatie verder ontsluierd

Al in 1788 publiceerde de onderzoeker Spitzner gegevens over bewegingen die bijen, bij een goede aanvoer van honing, op de raat maakten. Nu, bijna twee eeuwen later, blijkt het raadsel van de bijennavigatie nog steeds niet volledig opgelost. Recente onderzoekingen hebben echter een aantal veronderstellingen bevestigd en andere van tafel geschoven, waardoor weer een stapje voorwaarts is gemaakt in onze kennis van de bijen.

Een haalster, een vrouwelijke bij, die van de vroege morgen tot aan zonsondergang bezig is met van bloem tot bloem te vliegen en weer terug naar de kast of korf, moet haar richting goed kunnen bepalen. De grootste afstand waarop bijen van hun woning zijn waargenomen, bedraagt ongeveer vijf kilometer. Om van een dergelijke afstand de kast of korf terug te kunnen vinden, moeten de bijen een uitstekend systeem voor plaatsbepaling hebben. Niet alleen dat blijken ze te bezitten, bovendien zijn ze in staat om thuis gedetailleerde informatie te verschaffen over de richting en afstand van een rijk drachtveld.

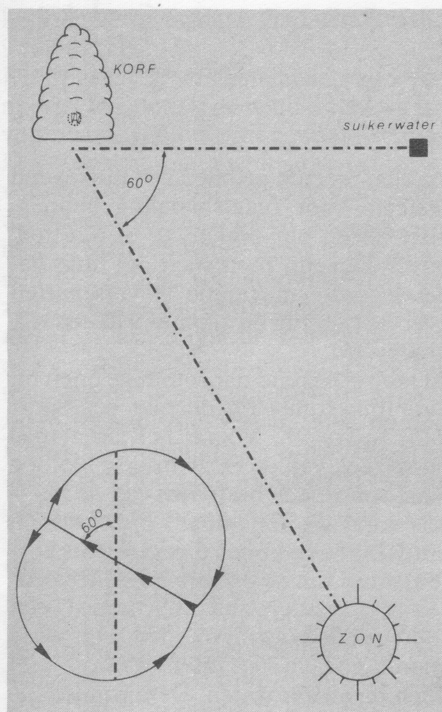
Al lang is bekend dat sommige bijen bij hun thuiskomst op de raat een soort dans uitvoeren. Vooral het jarenlange onderzoek van de Oostenrijkse bioloog Karl von Frisch heeft veel van de raadsels rond de "bijentaal" opgelost. Zo ontdekte hij dat bijen die op slechts korte afstand van de woning een rijke voedselbron vonden, bij thuiskomst een soort rondedans uitvoerden. Dat werd vooral gedaan op raten waarop veel bijen bij elkaar waren. Deze rondedans werd soms één of twee maal gemaakt, maar ook wel twintig maal of nog meer. Tijdens de dans stopte de bij nu en dan, om meegebracht voedsel aan de bijen om haar heen uit te delen.



De bekende houten bijenkasten die men op de hei en langs bosranden kan aantreffen. Tussen deze kasten staat ook nog een korf.

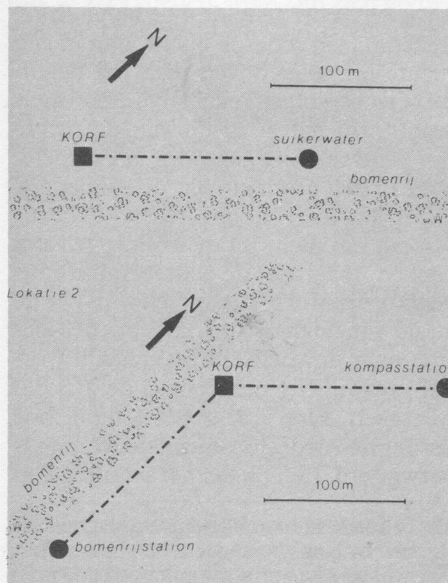
Informatie in de dans

Bij zijn proefnemingen gebruikte Von Frisch speciale observatiekasten. In een houten hut plaatste hij een bijenkast van glas. De hut was voorzien van rood licht. Bijen hebben daar geen last van, omdat zij het niet kunnen waarnemen. Als voedselbron gebruikte hij een schaaltje met suikerwater. Toen hij dat schaaltje steeds verder van de kast plaatste, veranderde de rondedans in een soort sikkeldans. De afstand kast-schaaltje bedroeg toen tussen 25 en 100 meter. De bijen die het schaaltje op meer dan 100 meter van de kast vonden, maakten bij thuiskomst een kwispeldans. Tijdens deze dans voerden de bijen een soort acht uit. Een halve cirkel linksom, een scherpe bocht, dan in een rechte lijn naar boven naar het beginpunt en vervolgens een halve cirkel naar rechts. Bij het afleggen van de rechte lijn werd met het achterlijf gekwispeld. Von Frisch ontdekte dat de rondedans alleen aangeeft dat de bijen wordt geadviseerd om dicht bij de woning te gaan zoeken, maar dat de achtvormige dans veel meer informatie verschafte. Uit de stand van de dans kan namelijk de richting naar de voedselbron gehaald worden, terwijl het danstempo de afstand weergeeft. Hoe trager het tempo, hoe verder de voedselbron van de woning is verwijderd. Een bij die het schoteltje op



De dansrichting maakt een hoek van 60 graden naar links. Dit geeft aan, dat het rijke drachtveld op 60 graden links van de Zon ligt. Is de dansrichting bijvoorbeeld 40 graden naar rechts, dan betekent dit dat het veld zich op 40° rechts van de Zon bevindt. Tekening Ad Walkeuter

De korf en het suikerwater bevinden zich op lokatie 1 langs de bomenrij. Op onbewolke dagen trainde men de bijen om naar het suikerwater, dat zich eveneens langs de bomenrij bevond, te vliegen. Op onbewolke dagen werd de korf naar lokatie 2 verplaatst. Het suikerwater op het "kompasstation" maakt hier dezelfde hoek met het noorden als op lokatie 1. Het suikerwater op het "bomenrijstation" bevond zich op een zelfde afstand van de korf als op lokatie 1, alleen heeft de bomenrij hier een noord-zuid verloop. Uit experimenten in deze opstelling bleek dat bijen zich de plaats van de Zon aan de hemel herinneren. Die herinnering gebruiken ze om hun beeld van de omgeving te toetsen en zonodig te korrigeren. Tekening Ad Walkeuter

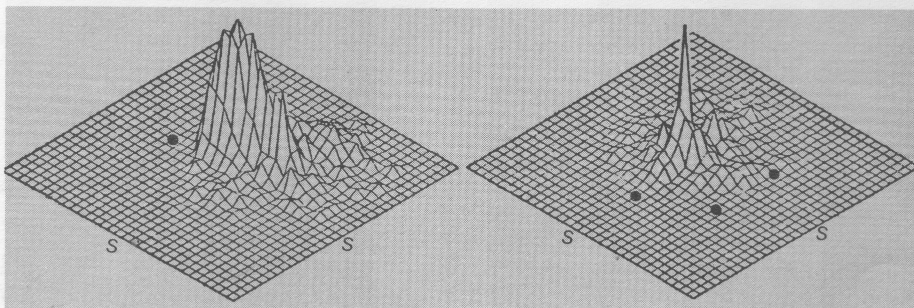


100 meter vindt, voert ongeveer 40,8 dansen per minuut uit. Wanneer het schoteltje echter op 600 meter wordt gevonden, worden er 22 dansen per minuut gemaakt.

Bijen meten hun inspanning

Om er zeker van te zijn dat de dansende bij wel echt de positie van het schoteltje weergaf, werden de bijen die het suikerwater vonden, gemerkt met een stipje lichtgevende verf op hun rug. Uit de stand van de dans ontdekte Von Frisch dat deze de hoek, die het schaaltje met de kast en de Zon maakte, weergaf. Bedroeg deze hoek bijvoorbeeld 60°, dan maakte de bij een dans in een zodanige stand dat het rechte stukje een hoek van 60° met de vertikaal maakte.
Wanneer de voedselbron op één lijn met de kast en de Zon lag, dan viel het rechte stukje samen met de vertikaal. De richting waarin de dans gemaakt werd, gaf aan of de voedselbron voor of achter de woning lag. Hoe de afstand tot de bron door de bijen werd vastgesteld, ontdekte Von Frisch door middel van een aantal eenvoudige proeven. Hij veronderstelde dat de bijen de afstand bepalen door optische waarneming. Von Frisch plaatste, om dit te bewijzen, een kast aan een diep meer (dus zonder herkenningspunten onderweg) en zette het schaaltje aan de andere oever. De bijen die het schaaltje ontdekten, gaven de positie en afstand echter juist weer. Er moest dus een andere manier van afstandsbepaling zijn. Von Frisch plakte op de bijen die het suikerwater vonden, een loodplaatje met een gewicht van 40 tot 55 milligram. Andere bijen voorzag hij van een vertikaal staand plaatje dat grote luchtweerstand gaf. Weer andere bijen werden gekortwiekt. Alle bijen gaven na thuiskomst een te grote afstand tot de voedselbron aan. Bijen gebruiken kennelijk de mate van krachtsinspanning voor de bepaling van de afgelegde weg.

Hier is driedimensionaal weergegeven hoe lang een bij bezig was met het zoeken van het voerbakje. De tijd is aangegeven in de hoogte van de pieken. Links het resultaat bij het gebruik van één cilinder (aangegeven met een stip) en rechts bij het gebruik van drie cilinders. De plaats van het voerbakje is aangegeven met de letters S op de beide assen. Duidelijk is hieruit op te maken dat de bij met drie cilinders veel minder tijd nodig had om het voerbakje te vinden dan met één cilinder. De bij oriënteert zich met de herinnering van omgevingskenmerken. Tekening Ad Walkeuter



Hulp van gepolariseerd licht

Tenslotte deed Von Frisch nog een proef waarmee de uitkomsten van de eerdere proeven werden bevestigd. Hij liet de bijen door een soort galerij naar een schaaltje met suikerwater lópen. Bij een afstand van minder dan drie meter maakten de bijen na hun terugkeer een rondedans. Maar bij een afstand van drie tot vier meter werd al een kwispeldans uitgevoerd.
Uit het voorgaande blijkt wel dat Von Frisch een gedegen onderzoek heeft gedaan. Maar hoe bepaalt een bij haar positie bij een bewolkte hemel? Volgens Von Frisch kunnen bijen de positie van de Zon ook dan bepalen, doordat zij de Zon in het ultraviolet kunnen zien. Onderzoekers van de Princeton Universiteit in de Amerikaanse staat New Jersey hebben echter met een recent onderzoek aangetoond dat bijen de Zon bij een bewolkte lucht niet kunnen zien. Zoals Von Frisch al bewees, moet de bij de positie van de Zon kennen om haar dansrichting korrekt te kunnen uitvoeren. Bij een gedeeltelijk bewolkte hemel doet zij dat met behulp van de patronen van gepolariseerd licht in de stukken blauwe lucht. Bij een volledig betrokken hemel wordt het anders. Toch voeren de bijen hun dans ook dan zonder al te grote fouten uit. Kennelijk bezitten ze nog een ander systeem dat ze bij bewolkte omstandigheden gebruiken.

Informatie in geheugen

De onderzoekers van de Princeton Universiteit zijn bij hun proefnemingen van de volgende veronderstelling uitgegaan: bijen herinneren zich de positie van de Zon op een bepaald tijdstip van voorgaande onbewolkte dagen.
Men trainde de bijen om op een schaaltje suikerwater te vliegen dat steeds verder van de kast af werd gezet tot een afstand van tenslotte 160 meter. Zowel de kast als de voedselbron werden hierbij langs een bomenrij neerge-

zet (lokatie 1). De kast was voorzien van glazen wanden en werd in een observatiehut neergezet. Men liet de bijen gedurende enkele dagen bij onbewolkte lucht vliegen. Daarna werd de kast 's avonds afgesloten en naar een andere plek (lokatie 2) gebracht, een plaats met eenzelfde bomenrij, die echter onder een andere hoek (130°) ten opzichte van het noorden lag. Vroeg in de morgen werd de kast weer geopend en werden twee schaaltjes suikerwater geplaatst, één op de oude positie ten opzichte van het noorden (het kompasstation genoemd) en één langs de bomenrij. Beide schaaltjes stonden op 160 meter van de waarnemingskast.
De bijen die de schaaltjes bezochten, werden van een merkteken voorzien zodat ze in de waarnemingskast konden worden herkend. De onderzoekers konden uit deze proef een interessante konklusie trekken. Er bleek namelijk dat de bijen die op zonnige dagen op de tweede lokatie naar de voedselbron langs de bomenrij vlogen, de positie van de Zon in hun dans juist weergaven. Wanneer de kast echter op een bewolkte dag op lokatie 2 werd neergezet, gaven de bijen de positie van de Zon 130° fout weer. Als later op de dag de Zon doorbrak, korrigeerden ze deze fout echter. De bijen die op het kompasstation vlogen (waarvan de positie gelijk was aan die langs de bomenrij op lokatie 2), gaven bij bewolkte omstandigheden de positie wel goed weer. Het blijkt dus dat bijen in staat zijn om voedsel te halen bij terugkeer in de kast de positie van de Zon ook op bewolkte dagen weer te geven, maar dan uit hun geheugen. Daarbij maken ze echter gebruik van de kenmerken in het landschap, in dit geval de bomenrij. Blijft de vraag hoe de bijen precies weten hoe laat het is. Kennelijk hebben ze een ingebouwde klok, want uit de proeven is gebleken dat zij zich de stand van de Zon op elk tijdstip van de dag konden herinneren.

Optische waarnemingen

Het gebruik van kenmerkende punten in het landschap tijdens de plaatsbepaling van de bijen op zoek naar hun voedselbron is door andere onderzoekers ook bevestigd. Biologen van de School of Biological Sciences in de Engelse stad Brighton hebben dit met behulp van proeven aan kunnen tonen. Zij veronderstelden, dat de bijen verschillende oriëntatiepunten vanuit hun vliegroute vastleggen. Om op dezelfde plaats terug te komen, wordt het beeld dat op het netvlies wordt verkregen, vergeleken met het in het geheugen vastgelegde beeld. De bij vliegt dan net zolang door totdat deze beelden overeenkomen. Om dit te bewijzen zijn de volgende proeven uitgevoerd.
In een lege kamer in een huis bij de bijenkast werd een klein schaaltje suikerwater van 1,5 centimeter doorsnede neergezet. De kamer had een vloeroppervlak van 4 x 4 meter en was helemaal wit geschilderd. Op de vloer waren echter een paar groene strepen getrokken. Tijdens de proeven werden bij het voerbakje steeds één of drie ronde rechtopstaande cilinders geplaatst. De eerste bij die op het voerbakje afkwam, werd gemerkt. De bij keerde elke vijf tot tien minuten op het voerbakje terug. Tijdens haar afwezigheid werden de cilinders steeds iets verplaatst. Na een dag training werd de voedselbron om de 40 minuten weggenomen en de vlucht van de bij met een videokamera opgenomen. De plaats waar de bij zich ophield werd hierbij elke 100 millisekonden vastgelegd. Tijdens proefnemingen werden steeds twee bijen vijf tot tien maal aan deze test onderworpen.

Herkenningspunten veranderen

Wanneer de testbij was getraind om op een voerbakje te vliegen dat zich op een afstand van 50 centimeter van één cilinder bevond, en dit werd weggenomen, dan zocht zij ruwweg op de plaats waar het had gestaan. Hierbij hield zij de cilinder steeds in de nabijheid. De bij vloog nooit rond de cilinder. Dit houdt in, dat de bij vermoedelijk een tweede oriëntatiepunt gebruikte om de positie van het voerbakje te bepalen (mogelijk het raam). Experimenten met het gebruik van grotere en kleinere cilinders leidden ertoe dat de bijen gingen zoeken in een gebied verder van de cilinderd of juist dichterbij. Dit zou erop kunnen wijzen, dat de bij niet de afstand tussen het voerbakje en de cilinder vastlegde, maar de grootte van de cilinder op de plaats van het voerbakje. Ook kon men hieruit opmaken, dat de bij net zolang vliegt, totdat het beeld van de oriëntatiepunten op het netvlies de juiste grootte had.
Experimenten waarbij drie cilinders werden gebruikt, lieten zien dat het gebied waarin werd gezocht, aanzienlijk kleiner was. Deze laatste proeven versterkten de gedachte dat de bij het waargenomen beeld vergelijkt met dat wat in haar geheugen is vastgelegd. Wanneer een bij is getraind om de plaats van het voerbakje ten opzichte van een bepaalde opstelling te bepalen, gaat zij steeds op die plaats zoeken van waaruit de opstelling dezelfde is, zoals zij die eerst vanaf het voerbakje zag. De onderlinge afstand tussen de cilinders of tot het voerbakje is van minder belang. Dit geldt ook bij het gebruik van kubusvormige herkenningspunten; de vorm had niet veel invloed. Kennelijk is voor de bij de positie van de herkenningspunten ten opzichte van het voerbakje zoals die in het geheugen zijn vastgelegd, het belangrijkste. De omvang en vorm van deze punten is blijkbaar van minder belang. De bijen bleken steeds in staat de voedselbron weer te vinden. Wanneer de hoek tussen de cilinders onderling echter sterk wordt gewijzigd, is de bij nooit in staat om een opstelling op het netvlies te krijgen die overeenkomt met die in het geheugen. In dergelijke gevallen ging de bij in een zo juist mogelijke richting zoeken. De video-opnamen zijn door de onderzoekers in de komputer gestopt en verwerkt. Vervolgens werd in een tweetal driedimensionale tekeningen weergegeven hoeveel tijd de bijen nodig hadden om bij respektievelijk één en drie cilinders het voerbakje te vinden. Hieruit blijkt, dat wanneer er drie "landschapskenmerken" (cilinders) worden geplaatst, het zoeken van het voerbakje aanzienlijk sneller gaat.

Bij moet efficiënt werken

Hoe belangrijk een goed oriëntatievermogen voor de bijen is, blijkt wel uit het volgende. Per vlucht vergaart een bij 40 tot 70 milligram nektar. Door enzymwerking en wateronttrekking gaat de nektar over in honing. Om voldoende nektar te verzamelen, moet een bij vele tientallen bloemen bezoeken. Per vlucht is een bij hier ongeveer dertig minuten mee bezig. Gemiddeld brengt zij tussen twee vluchten in ongeveer tien minuten in de kast of korf door. De gemiddelde vliegsnelheid van een bij bedraagt acht meter per sekonde. Om een afstand van één kilometer af te leggen, heeft zij dus ongeveer vier minuten nodig. Per uur verbruikt een honinghaalster zelf nog eens tien milligram suiker (honing bestaat voor cirka 70% uit suikers). Uit het bovenstaande blijkt, dat een bij die op een drachtveld vliegt dat zich op één kilometer afstand van haar woning bevindt, ruim vijftig minuten nodig heeft om de honingmaag te vullen en weer leeg te maken. Een sterk bijenvolk bestaat uit 20.000 tot 50.000 individuen. Met enig rekenwerk is snel te bepalen hoeveel vluchten er moeten worden uitgevoerd om één kilo honing te verzamelen. De nieuw verzamelde gegevens vormen dan ook een goede aanvulling op het onderzoek dat bijna 200 jaar geleden al begon.

Raadselachtige voetstappen in de Alpen

Annemiek Spitteler
Siso kode 944.1

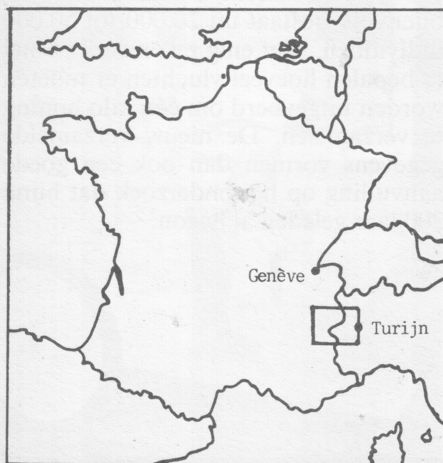
Hoog in de bergen voetstappen in een rotsblok. Hoe is dat mogelijk? Sagen en sprookjes geven er de wildste verklaringen voor. Maar of die overeenkomen met de werkelijkheid is de vraag. Voor de voetstappen in een rotsblok dat op eenzame hoogte in de bergen van de Franse Alpen ligt hebben archeologen gedeeltelijk een verklaring gevonden.

In het grensgebied van Frankrijk en Italië liggen heel wat stenen met voetstappen erin, meestal boven de boomgrens op een hoogte van 2000 tot 2900 meter. Een groot aantal daarvan ligt aan weerszijden van het dal van de Arc, een rivier die van oost naar west de Franse Alpen doorkruist. Vooral in de buurt van het plaatsje Lanslevillard bevindt zich een grote koncentratie van die stenen. De steen met de voetstappen, de "Pierre aux Pieds", is er slechts één van, maar dan wel de indrukwekkendste in deze streek die de Maurienne wordt genoemd.



Van alle stenen met voetstappen erin is de Pierre aux Pieds bij het plaatsje Lanslevillard de bekendste. De meeste voetstappen wijzen naar de Pointe de Charbonnel, een top met eeuwige sneeuw; dat is de bergtop in het midden.

De stenen met voetstappen erin gebeiteld komen voor in een streek in de Alpen op de grens van Frankrijk en Italië. Dat gebied is hier met een kader aangegeven.



Voetstappen uitgehakt

Het gebergte waarin de Arc zich een weg heeft gebaand, bestaat uit schist, een metamorf gesteente met een zijdeachtig of lichtkorrelig uiterlijk. Het splijt gemakkelijk langs evenwijdige vlakken en vormt zo platte, bijna rechthoekige stenen. Deze zijn aan het zwerven gegaan en liggen nu verspreid op de hellingen van het Arc-dal. Meestal zijn ze blijven liggen op plateaus, soms ook op tamelijk steile stukken. De meeste zijn op een hoogte van 2000 tot 2900 meter blijven steken, sommige zijn helemaal afgedaald naar de diepte van het dal. De Pierre aux Pieds ligt op een hoogte van 2750 meter op het randje van een plateau, dat door zijn steile helling onbereikbaar lijkt voor mensen. Toch moeten daar ook al in vroeger tijden mensen zijn geweest, want archeologen hebben aangetoond dat de voetstappen door mensen zijn veroorzaakt. Ze zijn echter niet ontstaan in de tijd dat de steen gevormd werd, maar zijn er in later tijd ingebeiteld. Hoewel hiermee een deel van de geheimen van deze steen ontrafeld is, blijven er nog heel wat raadsels over. Want de archeologen kunnen (nog) niet met zekerheid zeggen wat de betekenis van de voetstappen is en in welke tijd ze zijn uitgehouwen.

Verering

De Pierre aux Pieds is de indrukwekkendste steen met ingebeitelde figuren in deze omgeving, niet alleen door zijn afmetingen, maar ook door de hoeveelheid figuren. Hij heeft een diameter van zes meter en er staan 82 voetafdrukken in. Daarnaast is er nog een groot aantal gaten (in het Frans cupules) in uitgehouwen. De meeste voeten zijn gegroepeerd in paren van een linker en een rechter voet; hier en daar staat er een losse voet tussen. Soms is er een verbindende gleuf uitgehouwen ter hoogte van de tenen. Op andere plaatsen bevindt zich een gat tussen de voeten in de buurt van de hielen. De meeste voetstappen zijn gericht naar het noordoosten, een paar naar het oostzuidoosten.
Uit de lengte van de voetstappen, die

Een dichtbij opname van een steen met ingebeitelde voetstappen. Er zijn ook gaten en dwarsgleuven tussen voetstappen te zien. ▶



varieert tussen 16 en 26 centimeter, heeft men zowel de tijd van ontstaan als de betekenis proberen te verklaren. Het zou kunnen zijn dat de lengte overeenkomt met de werkelijke lengte van de voeten van de steenhouwers. Het zou dan een klein ras moeten zijn geweest zoals dat in de Nieuwe Steentijd (Neolithicum) in de Alpen heeft geleefd. Maar als de voetafdrukken afbeeldingen zijn van die van kinderen of tieners van een groter ras, dan zouden de voetstappen in een latere tijd moeten zijn uitgebeiteld en zou de rots gebruikt kunnen zijn als plaats van inwijdingsceremonies.
Doordat veel voeten ongeveer naar het oosten zijn gericht, denken sommige onderzoekers dat de steen een plaats van samenkomst was voor de verering van de Zon. Ook kan het zijn dat de bergen er vereerd werden, want de meeste voeten wijzen naar de eeuwige sneeuw van de Pointe de Charbonnel, de hoogste top van de Maurienne. De laatste veronderstelling wordt gesteund door het feit dat voetstappen op andere stenen in dit gebied ook vaak wijzen naar verre of dichterbij staande besneeuwde toppen.
Er zijn dus verscheidene verklaringen mogelijk voor de voetafdrukken, maar de archeologen zijn het er redelijk over eens dat de steen een verzamelplaats is geweest voor plechtigheden ter ere van het een of ander.

Alleen maar gaten

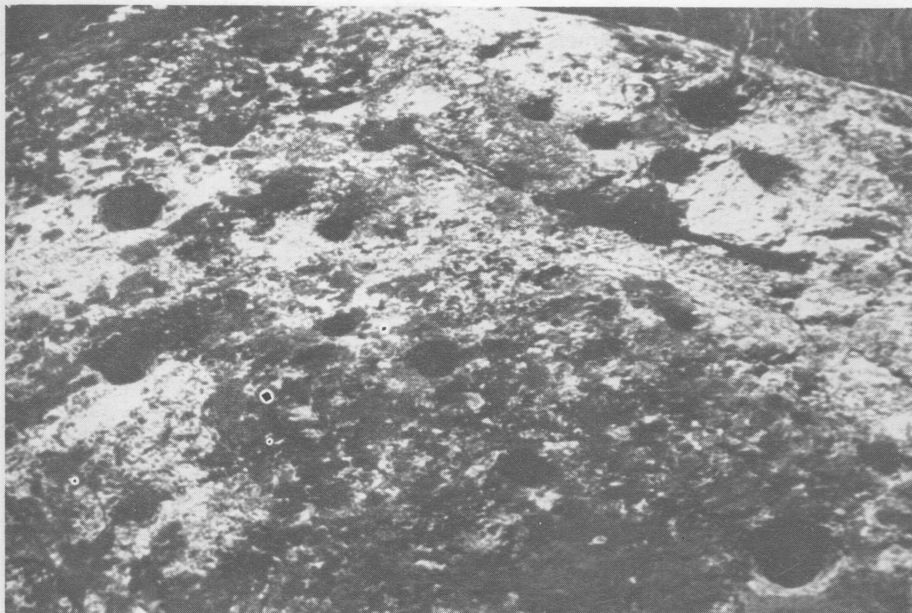
Naast stenen met voetstappen en gaten zijn in de Maurienne ook zwerfstenen te vinden met alleen gaten erin. Een daarvan ligt in de buurt van Modane, een stadje dat een eind stroomafwaarts ligt ten opzichte van Lanslevillard. Deze "Pierre à Cupules" is aanmerkelijk kleiner en ligt op een minder opvallende plaats, namelijk op een steile helling temidden van struiken. Men denkt dat de gaten in deze steen in dezelfde tijd gegraveerd zijn als de voetstappen. Ook kent men er dezelfde bestemming aan toe. Alpenfeesten en bedevaarten naar hoge bergtoppen die ook nog in onze tijd plaatsvinden, zouden weleens een vervolg kunnen zijn op de plechtigheden die in de buurt van of op de gegraveerde stenen moeten hebben plaats gehad.



Voetstappen en gaten in de Pierre aux Pieds bij Lanslevillard.

Er komen ook stenen met alleen maar gaten voor. Die worden pierre à cupules genoemd. Hier is er een te zien bij het plaatsje Modane.

Foto's Annemiek Spitteler



Ouderdom van de voetstappen

Met de gebruikelijke methoden van geologische ouderdomsbepaling kan men wel de ouderdom van de steen zelf bepalen, maar niet die van de ingebeitelde figuur. Ook kan men in vast gesteente geen afzettingslaagjes onderscheiden, zoals vaak bij archeologische vondsten in zachtere ondergrond. Doordat de stenen in de open lucht liggen en op grote hoogte, waar de invloed van weer en wind enorm is, zijn in de voetstappen geen aanwijzingen meer overgebleven over het gereedschap waarmee de steenhouwers gewerkt hebben. Men is dus aangewezen op statistische methoden en vergelijkingen met dergelijke afbeeldingen in andere gebieden waar de ouderdom wel vastgesteld kon worden.
In steen gebeitelde voeten, maar dan alleen de omtrek ervan, zijn ook gevonden in Zweden en Italië. In Zweden heeft men kunnen vaststellen dat ze afkomstig zijn uit de Bronstijd, in Italië uit de IJzertijd. In Lanslevillard ontdekten archeologen in de buurt van een oud graf, waarin zich een mooie doekspeld uit de Hallstatt-kultuur bevond, ook dergelijke afbeeldingen. De periode van de Hallstatt-kultuur strekte zich uit van de late Bronstijd tot de vroege IJzertijd, van 1200 tot 500 voor Christus.
Een probleem is echter dat de traditie van een uitingsvorm gedurende eeuwen van geslacht op geslacht kan worden overgedragen, vooral als een volk in een afgelegen streek woont en al die tijd eenzelfde levenswijze aanhoudt. De bewoners van de Alpen zijn eeuwenlang herders en kleine akkerbouwers geweest, zelfs tot na de Tweede Wereldoorlog. De opkomst van het toerisme bracht daar pas verandering in. Ondanks alle dateringsproblemen vermoeden de archeologen echter dat de figuren in de late Steentijd en vooral in de metaaltijdperken zijn aangebracht, en misschien ook nog in de periode vlak voor de definitieve kerstening van het gebied. Het christendom bracht daarna zijn eigen, heel andere motieven met zich mee. ■

Nieuws uit de natuur

Zuidpoolvulkaan in aktie

Op Ross Eiland, aan de rand van het grote Ross IJsplateau voor de kust van Antarktika, ligt de bijna 3000 meter hoge Mount Erebus. Dat is een levende, zij het rustige, vulkaan. Van afstand valt aan zijn dik onder sneeuw en ijs liggende hellingen niets bijzonders te zien. Op drie plaatsen op de hellingen en op één plek op de top staan zelfregistrerende seismometers opgesteld. In de zuidpoolwinter verlaten de meeste onderzoekers Antarktika. Ze komen er pas de volgende zomer weer terug. Omdat Antarktika op het zuidelijk halfrond ligt, is het daar zomer wanneer het bij ons winter is en omgekeerd. Afgelopen oktober kwamen daarom uit alle richtingen weer onderzoekers naar het gebied; de meesten zijn er nu weer weg. Geologen uit de VS, Japan en Nieuw Zeeland houden de Mount Erebus via de seismometers al drie jaar voortdurend in de gaten. Toen ze afgelopen november weer in het gebied kwamen, en de registraties van de seismometers gingen bekijken, ontdekten ze al snel dat de berg op 8, 9 en 10 oktober van het afgelopen jaar bijzonder onrustig was geweest. Op de 8ste waren maar liefst 650 lichte aardschokken geregistreerd. Op de 9e waren er dat 140 en op de 10e 120. Aan de berg was niets bijzonders te zien, totdat de onderzoekers de top beklommen om naar het lavameer in de vulkaankrater te kijken. Dat meer was drie meter gezakt. Ruim 8000 kubieke meter lava moest ergens in het inwendige van de vulkaan verdwenen zijn. Het vermoeden is nu dat die lava ergens in een spleet in de vulkaankegel is gelopen. Zo'n lava-aftakking wordt door geologen dijk genoemd. De onderzoekers hopen nu uit een nauwgezette analyse van de seismometerregistraties te achterhalen of dat inderdaad het geval is. Het centrum van de trillingen zou dan ergens in de berg moeten liggen en zich verplaatsen. Dat zou dan op 8 oktober gebeurd moeten zijn.

Nederlandse expeditie ontdekt reuzenbloem

Een expeditie van onderzoekers van het Rijksherbarium in Leiden en het Herbarium van de Plantentuin in Bogor in Indonesië naar het midden van het eiland Borneo heeft een aantal opmerkelijke vondsten opgeleverd. Het onderzoek in het gebied van de Bukit Raya ("Grootse Berg"), in het centrum van een groot natuurreservaat in Centraal Borneo, had als doel een beter beeld te krijgen van het tropische hoog- en laaglandbos in het natuurreservaat. Ook in de tropen groeit op hogere berghellingen een ander bos dan in het laagland, zoals op veel plaatsen elders. Door de expeditieleden is veel plantenmateriaal meegenomen dat in het Rijksherbarium nader is en wordt onderzocht. In de toekomst zullen daar zeker nog wel interessante dingen uitkomen. Eén bijzondere vondst is intussen al bekend gemaakt. Het gaat om een parasitair levende plant die Rafflesia heet. Hij groeit helemaal in de stengels van lianen en het enige wat er van hem naar buiten komt, is zijn bloemknop. Die bloem wordt uiteindelijk maar liefst 55 centimeter in doorsnede! De bloem ruikt naar rottend vlees. Dat trekt vliegjes aan en dat moet ook wel, want de bloemen zijn of mannelijk of vrouwelijk. Ze moeten dus bestoven worden, wil de plant kunnen voortbestaan. De Rafflesia produceert uiteindelijk vlezige vruchten, waarin kleine harde zaden zitten. AM

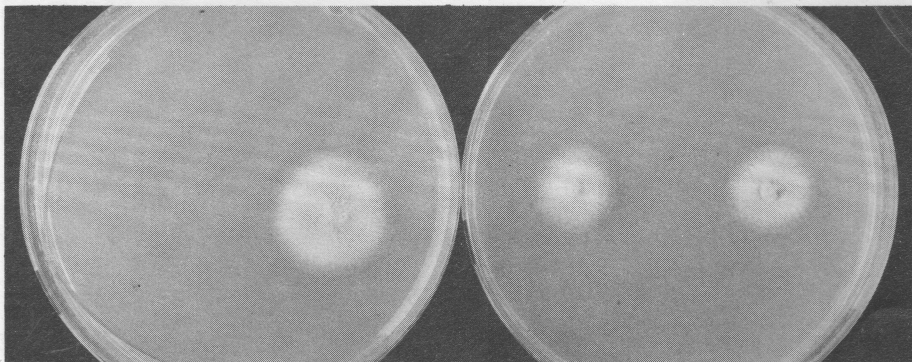


De Rafflesia is een plant die bij de wetenschap nog niet bekend was, totdat een Nederlandse expeditie hem op Borneo aantrof. De bloem heeft een doorsnede van 55 centimeter. Foto Dr.W.J.J.O.de Wilde, Leiden.

Jacht op ekonomische schimmels geopend

In de grondstoffen-industrie voor geneesmiddelen en voedingsmiddelen werkt men al jaren met schimmels om bijvoorbeeld een stof als citroenzuur te maken. Daarbij gebruikt men mutanten van met name de schimmel Aspergillus niger. Die mutanten zijn in feite beschadigde vormen van de oorspronkelijke schimmel die door het ontbreken van een enzym in een van hun stofwisselingsschema's ongeremd aan het aanmaken van bijvoorbeeld citroenzuur slaan. Die "kreupele" schimmels heeft men min of meer toevallig ontdekt. Ze kunnen gemaakt worden door gezonde schimmels korte tijd met ultraviolette of röntgenstraling te bewerken. Omdat men tot nog toe nauwelijks wist welke schimmels in welke vorm kreupel gemaakt konden worden, moest het toeval

In Wageningen werkt men met de schimmel Aspergillus nidulans. Links zien we een gezonde schimmel groeien op een voedingsbodem met sukrose. Rechts groeien zowel een gezonde als een beschadigde vorm van dezelfde schimmel op een voedingsbodem met acetaat. De beschadigde schimmel doet het op sukrose dus niet. De Wageningse onderzoekers kunnen nu met levende schimmels uitzoeken wat er in de "kreupele" schimmel precies veranderd is dat hij het niet doet. Foto LH Wageningen

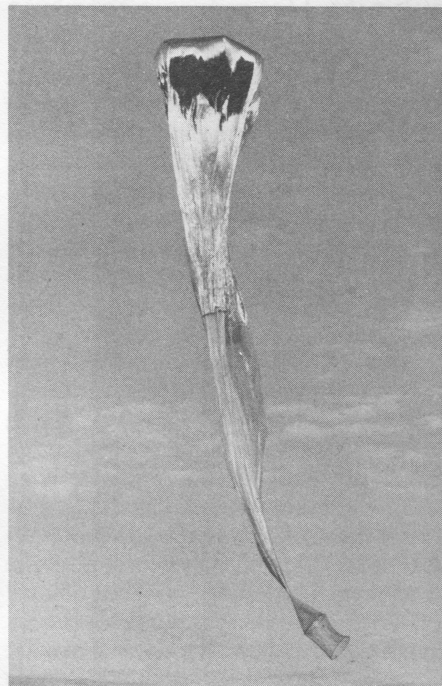


een handje helpen en was efficiënt zoeken er niet bij. Daar is nu verandering in gekomen door het werk van onderzoekers bij de Vakgroep Erfelijkheidsleer aan de Landbouwhogeschool in Wageningen. Zij zijn waarschijnlijk de enigen ter wereld die met de nieuwe NMR-techniek schimmels in levende lijve kunnen onderzoeken op hun stofwisseling. Bij de NMR-techniek brengt men de levende materie die men wil onderzoeken, in een sterk magneetveld. Dat magneetveld beinvloedt de altijd aanwezige tolbewegingen van de atomen in de molekulen waaruit de materie bestaat. De invloed is voor elk molekuul anders en daardoor kan onderscheiden worden welke verbindingen aanwezig en aktief zijn. Met de techniek kunnen de Wageningse onderzoekers precies volgen wat zich in een levend schimmel afspeelt en dus ook hoe het reageert op ingrepen, zoals bestraling. Daardoor kan men nu heel efficiënt op zoek gaan naar kreupele schimmels die, op hol geslagen als ze dan zijn, een voor de gistingsindustrie nuttig produkt maken.

Ballon zweeft de wereld rond

Franse onderzoekers hebben afgelopen voorjaar een primeur in de wacht gesleept. Een door de afdeling aeronomie van het Franse nationale centrum voor wetenschappelijk onderzoek ontworpen ballon heeft op eigen kracht een hele omloop om de Aarde gemaakt. De ballon, MIR gedoopt naar de Franse afkorting voor infraroodballon, werd op 11 december 1982 van de basis Paardefontein in Zuid-Afrika opgelaten en zweefde op 1 februari dit jaar opnieuw over het zuiden van Afrika. In ruim zeven weken tijd maakte de ballon op vrij konstante zuidelijke breedte één rondje om de Aarde. De MIR is ontwikkeld om in de stratosfeer langdurig onderzoek te kunnen doen. De ballon zweeft daarbij tussen 18 en 28 kilometer boven het aardoppervlak. Pas op die grote hoogte en bij de daar heersende lage druk is de ballon volledig ontplooid. Hij is dan cilindervormig, heeft een diameter van 40 meter, is 35 meter hoog en heeft een inhoud van 36.000 m^3. Aan de ballon kan een instrumentenpakket tot een gewicht van 50 kilo worden bevestigd. Het bovenste deel van de ballon is aan de buitenkant voorzien van een gemetalliseerd laagje; het onderste deel is doorzichtig. Dat heeft alles te maken met het funktioneren van de ballon. In het daglicht verwarmt de zonnestraling en de straling die door de wolken en het aardoppervlak wordt weerkaatst, de ijle lucht in de ballon. Daardoor wordt die lucht wel enkele tientallen graden warmer dan de buitenlucht en zo krijgt de ballon het karakter van een hete-lucht-ballon. Op dat temperatuursverschil kan hij tot zo'n 28 km hoogte komen. Het gemetalliseerde bovendeel houdt die warmte in de ballon tegen. 's Nachts betrekt de ballon warmte van de uitstraling van de Aarde. Het onderste deel van de ballon is daarom doorzichtig voor infraroodstraling. Nu is de warmtetoevoer 's nachts kleiner dan overdag en de ballon daalt 's nachts dan ook. Uit veiligheidsoverwegingen (o.a. voor de luchtvaart) laat men de ballon niet lager komen dan 18 km. Zou hij wel beneden die hoogte komen, dan wordt automatisch de lijn waaraan de instrumenten hangen, gekapt. De lading komt aan een parachute naar beneden en de ballon verdwijnt omhoog. Momenteel bestaan er plannen om onderin de ballon een klep aan te brengen die overdag gesloten kan worden. Daardoor zou de ballon ook overdag kunnen dalen en dat maakt onderzoek op uiteenlopende hoogten mogelijk. Voor het bestuderen van vertikale bewegingen in de stratosfeer en het verloop van de temperatuur is dat zeer aantrekkelijk.

De MIR bij het verlaten van het aardoppervlak. Foto Du Pont de Nemours



(vervolg van blz. 325)

moeten worden over de mogelijk nadelige invloed voor de Jordaanse zoutwinningsindustrie en de enkele wegen die zullen onderlopen.

Verschillende soorten zeewater

Het water van de Middellandse Zee en dat van de Dode Zee is wel zout, maar er zijn verschillen in samenstelling. Die kunnen tot problemen gaan leiden, wanneer beide soorten water met elkaar in aanraking komen. Het water van de Dode Zee is rijk aan calcium-ionen (17 gram per liter), terwijl het Middellandse Zee water 400 milligram van die ionen per liter bevat. Daarentegen is het gehalte van sulfaat-ionen in het water van de Middellandse Zee met 3 gram per liter flink hoger dan dat in de Dode Zee. Wanneer de twee soorten zeewater met elkaar in aanraking komen, brengt dat een reaktie op gang die gips oplevert: dat is calciumsulfaat in een wateroplossing.
Het gips gaat uitkristalliseren en de vraag wordt, hoe dat gaat verlopen. Blijft het bij heel kleine kristallen, dan bestaat de kans dat die blijven zweven en het resultaat is een melkwitte Dode Zee. Dat is niet alleen onaangenaam voor kuurgasten en toeristen, het verandert veel aan de ekologie. Het witte water zal bijvoorbeeld meer licht weerkaatsen. Daardoor dringt minder licht in het water door en verandert de temperatuur van het water. Tegelijk zal ook het klimaat boven en rond de zee iets kunnen veranderen.
Vormt gips grote kristallen, dan zakken die snel naar de bodem en blijven daar liggen. Het water blijft dan helder. Recent onderzoek in Israel heeft uitgewezen dat de vorming van grote kristallen het meest waarschijnlijk is.
Een ander te verwachten effekt is een verandering in het zoutgehalte. Eerst zal het zoutgehalte van het water van de Dode Zee omlaag gaan, maar later zal dat stijgen. Er zal met name meer natriumchloride (haliet of steenzout) gaan uitkristalliseren. Dat effekt zal zelfs belangrijker zijn dan de vorming van gips. De halietkristallen zullen echter groter worden en snel naar de bodem zakken. Op het water aan het oppervlak zullen ze dan geen invloed hebben. Er kan verder nog een verschijnsel verwacht worden, dat niet helemaal goed ingeschat kan worden. Het minder zoute water uit de Middellandse Zee is lichter dan het zoutere water van de Dode Zee. Het water uit de Middellandse Zee zal daarom een laag óp de Dode Zee gaan vormen. Beide soorten water zullen zich gaan vermengen. Het is echter niet helemaal duidelijk hoe sterk en hoe snel dat zal gaan. Door verdamping zal de toplaag van water uit de Middellandse Zee in ieder geval zouter gaan worden en dat is voor de zoutwinning rond de zee gunstig. Op de grens van beide soorten water, waar de vermenging optreedt, zullen omstandigheden gaan heersen die heel gunstig zijn voor een uitbundige algengroei. De scheikundigen die de gevolgen van het vermengen van zeewater aan het bestuderen zijn, waarschuwen daar alvast voor. De algen kunnen tot problemen leiden met de machinerieën en installaties die met het water uit de Dode Zee werken. Verder zal de toeristenindustrie, in omvang de tweede industrie van het gebied, problemen kunnen verwachten, want wie wil er nou in een groene pudding zwemmen?

K.L.H.E.Elhorst
Siso kode 375.1

Drie dagen vakantie per jaar: het begin van het toerisme

Onze grootouders gingen niet met vakantie, want vakantie bestond niet. Pas in onze eeuw werd na harde akties de betaalde vakantie afgedwongen. Toeristen waren er tot in de vorige eeuw ook niet. Het massale toerisme is pas in onze tijd ontstaan.

Met dank aan de heer Kamerman van de ANWB voor zijn hulp bij het verzamelen van het illustratiemateriaal.

In 1841 stapten vijfhonderdzeventig mensen op het station van het Engelse Leicester in de trein. Zij gingen op reis naar Loughborough. In die laatste plaats werd een geheelonthouderskongres gehouden. Géén van de vijfhonderdzeventig passagiers uit Leicester had zijn eigen kaartje gekocht. De reis was georganiseerd door een zekere Thomas Cook.

Het had hem hoofdbrekens genoeg gekost om het zover te krijgen. In Engeland bestonden veel verschillende spoorwegondernemingen. Zij gunden elkaar het licht in de ogen niet. Toch kreeg Cook het voor elkaar dat ze gingen samenwerken. Hij was heel tevreden over de eerste georganiseerde groepsreis. De passagiers waren óók vol lof. Cook besloot het vaker te proberen. In het begin hield hij het op reizen in het binnenland. Cook gokte daarbij op de nieuwsgierigheid van de mensen. Hij kreeg gelijk. Velen bleken hun eigen land wel eens te willen verkennen.

In 1850 begon Cook aan een groter waagstuk. Hij bood het publiek een reis naar Parijs aan. De Britten beschouwden in die tijd de Fransen als "bloody foreigners" ("stomme buitenlanders"). De Fransen hadden een reusachtige hekel aan Britse pedanterie. De Britten lieten zich er niet door afschrikken. Zij begaven zich maar al te graag naar de stad van de kultuur. Voor het eerst konden grote aantallen Britten de plaats aanschouwen waar de Fransen zo schandelijk hun koning (Lodewijk XVI) hadden onthoofd! Cook kon zich in zijn handen wrijven. De reis was een sukses.

"Snobwaarde"

Zijn blikken richtten zich alweer op verdere horizonten. In 1869 vond in Egypte een gebeurtenis plaats die voor het Britse wereldrijk van onschatbare betekenis was. Het Suez-kanaal werd officieel geopend. Het Britse Keizerrijk kreeg daardoor een kortere verbinding tussen Londen en New Delhi.

Cook wilde de Britten deze gebeurtenis niet onthouden. Hij organiseerde een groepsreis naar Egypte. De toeristen reisden in Egypte voor een groot deel met paard en muilezel. Cook's werk vond genade in de keizerlijke ogen van de Britse Imperiumregering. In 1880 kreeg hij het monopolie op reizen langs de Nijl.

Nieuwsgierigheid en verlangen naar sensatie hadden Cook goed gediend. Bovendien hadden zijn reizen een geweldige "snobwaarde". Wie in Parijs of Egypte was geweest, genoot in eigen kring een geweldig aanzien. Maar snobwaarde, nieuwsgierigheid en sensatielust zijn niet de enige redenen waarom mensen op reis gaan.



Kamperen rond 1935. Pas in de jaren '20 van onze eeuw begon kamperen bij grote groepen mensen populair te worden. De militaire oorsprong van het kamperen is aan de vorm van de tent nog duidelijk herkenbaar.

Voortdurend onderweg

Dagelijks zijn miljoenen mensen onderweg. In onze tijd reizen meer mensen dan ooit tevoren. Zelfs in de tijd van de grote Volksverhuizingen waren minder mensen op reis dan nu op één dag.
Waarom gaan mensen op reis? Er is een onoverzichtelijk skala aan beweegredenen om te reizen. Het is daardoor nog steeds niet gelukt een bevredigende definitie te geven voor "toerisme". Elke definitie sluit bepaalde groepen reizigers op de een of andere manier uit. In onze tijd neemt de plezierreis een belangrijke plaats in. Het verleden bood de mensen minder gelegenheid tot reizen ter ontspanning.
Op de muren van Egyptische bouwwerken staan schitterende schilderingen. Er staan ook reizen op uitgebeeld. De Farao ging regelmatig op reis. Soms zat hij hoog te paard of reisde met een wagen. Meestal reisde hij per boot van paleis tot paleis. Hij vermaakte zich uitstekend onderweg. De maaltijden en muziek waren goed verzorgd. Toch had de Farao meestal een zakelijke bedoeling met zijn reis. Zo probeerde hij soms met eigen ogen te aanschouwen wat er in zijn rijk gebeurde.
De reizen van de Farao konden ook een heel andere reden hebben. Zo nu en dan trok de machtige vorst er met zijn legers op uit. Met een beetje goede wil is zoiets te omschrijven als een georganiseerde groepsreis. Maar de doelstelling van de reis was wel een heel andere dan die van moderne groepsreizen. Toch was zo'n veldtocht voor de gewone man vaak de enige gelegenheid om het buitenland te leren kennen.
Uit het verre verleden zijn veel verhalen over reizen bekend. In de Bijbel is het verhaal over een veertigjarige reis van het Joodse volk te vinden. In de Griekse overleveringen hoort het wereldberoemde verhaal Odyssee, de tienjarige zwerftocht van Odysseus, thuis. Uit de Romeinse geschiedenis is bekend dat de welgestelden reisjes maakten. Vele rijke Romeinen bezaten buitenhuizen.
In West-Europa zijn de buitenhuizen vooral bekend uit de zeventiende en achttiende eeuw. Zo begaven verscheidene rijke kooplui zich in de zomer naar hun buitenhuizen. Enkele van deze buitenhuizen zijn nog te aanschouwen langs de Vecht. De kooplui namen bij zo'n reis trouwens vaak een groot deel van hun huisraad mee. In dat opzicht is er veel veranderd. De negentiende eeuw was het begin van een nieuw tijdperk. Langzamerhand kwam het plezierreisje binnen bereik van grote bevolkingsgroepen. Die ontwikkeling hield verband met de technische vooruitgang en sociale veranderingen van die tijd.

Een wiel voor iedereen

Een nieuw geluid vulde de dagen van de nieuwe eeuw na Napoleon. Het gestamp en gedreun van de stoommachine veroverde West-Europa. De Britten waren de eersten die de stoommachine volop benutten. De trein, het stoompaard, veroverde eerst de eilanden in de Atlantische Oceaan. Daarna vonden spoorlijnen steeds meer hun weg in de Britse koloniën. Hier en daar werd zelfs het Afrikaanse oerwoud door de trein "open gelegd".
De trein kon grote groepen mensen vervoeren. Vóór die tijd was dat altijd een probleem geweest. Bovendien kreeg de trein al gauw een snelheid die het zwartste paard tot schimmel deed verbleken!
Maar de trein was zeker niet het enige vervoermiddel dat het oog van de reiziger verleidde. In de tweede helft van de vorige eeuw verscheen een ander monster op de weg. Vierwielige wagens, voorzien van een stoommachine, deden hun intrede. De eerste stoomwagens waren vies en gevaarlijk. Het kwam voor dat de ketel van de stoommachine ontplofte. Een groot sukses was het dus niet. Langzamerhand werd de ontploffing het principe van de motor.
In 1873 werd een wereldtentoonstelling in Wenen feestelijk geopend. Er viel een primeur te bewonderen: de wagen met benzinemotor. De meest vooruitstrevenden bewonderden de uitvinding. Vele anderen waren er bang voor. De opmars van de auto ging aanvankelijk niet zo snel. In 1905 waren er duizend auto's in Nederland.
Niet alléén angst remde de opmars van de auto af. De prijs van het vervoermiddel was voor menigeen niet op te brengen. Dat gold in het begin óók voor een derde vervoermiddel: de fiets.
De tweewieler verscheen omstreeks 1865 op de wegen. Een paar jaar tevoren had Pierre Michaux de trapper uitgevonden. In het begin was de trapper aan het voorwiel bevestigd. Omstreeks 1880 werd een briljante uitvinding gedaan: tandrad en ketting. Vanaf dat moment begon de fiets in populariteit toe te nemen. Dat blijkt al uit het feit dat in 1883 de Algemene Nederlandse Wielrijders Bond werd opgericht. Dit jaar viert de ANWB danook haar eeuwfeest. Toch bleef de fiets voor velen een onbereikbaar bezit. Omstreeks 1900 kostte het vervoermiddel tussen de 130 en 375 gulden!
Het wantrouwen tegen al deze nieuwigheden was groot. Sommige mensen meenden dat de hoge snelheden gevaarlijk waren voor de gezondheid van de reizigers. Bovendien fronsten vele geestelijken de wenkbrauwen bij het aanschouwen van deze produkten van "menselijke hoogmoed".
Fietsers en automobilisten mochten omstreeks 1900 niet harder dan tien kilometer per uur in de bebouwde kom rijden. Op zich was dat niet zo verwonderlijk. De straten waren smal en vol met voetgangers en ruiters en koetsen. Toch voerde de ANWB aktie tegen de beperkende regels voor fiets en auto. In 1908 won de Bond die strijd.

Voor reizen naar verre landen en voor een snel vervoer is het vliegtuig de belangrijkste reismogelijkheid geworden. In de zomermaanden vertonen onze luchthavens een topdrukte van komende en gaande vakantiereizigers.



Vrije tijd, een schaars bezit

Veertien dagen vakantie! Zoiets klonk de negentiende eeuwse staatsburger als een ongelooflijke luxe in de oren. Men beschouwde vrije tijd en vakantie als een gunst. Zelden kwamen mensen in die tijd op de gedachte vakantie te eisen. Er waren voor de meeste mensen nog zoveel andere wensen: een redelijk loon en arbeidsverkorting.

"Veertien dagen vakantie". Het was de eis die de Algemene Nederlandse Bond van Handels- en Kantoorbedienden in 1907 aanhief. Tot dan toe waren degenen die drie of vier vrije dagen per jaar kregen, bevoorrechte mensen. De meesten van deze bevoorrechten gingen nog niet eens met vakantie. Een enkel dagtochtje met de trein was voor hen een hele gebeurtenis.

Vrije tijd en geld voor een vakantie waren dus schaarse goederen. Maar er ontbrandde een felle strijd om vrije tijd. Sommige werknemers durfden het zelfs aan te staken voor vakantie. De hooggeschoolde en betaalde arbeiders verwierven de eerste vakantierechten. Typografen en diamantbewerkers kregen al vóór de Eerste Wereldoorlog vakantie. De vakantie werd veroverd door de typografen in Rotterdam, Amsterdam en Utrecht. Het middelpunt van de strijd bevond zich dus in de grote steden. Dat kwam natuurlijk doordat de meeste arbeiders in de grote steden woonden. Maar er was nog een andere reden. De gewoonte om met vakantie te gaan leefde in de grote steden vermoedelijk het meest. Vele jaren later wees wetenschappelijk onderzoek zoiets uit.

Omstreeks 1910 hadden de meeste typografen vier of vijf dagen vakantie. In dezelfde tijd behaalden de Amsterdamse diamantbewerkers een schitterende overwinning in hun strijd om vakantie. Zij verkregen een hele, doorbetaalde, vakantieweek.

Lang niet alle arbeidersgroepen waren in die jaren al aan vakantie toe. Voor sommigen liet de vakantie op zich wachten tot de jaren twintig. Zo staakten de loodgieters in 1928 lange tijd om vakantie te krijgen. De werkgevers wilden er niet aan "omdat in de bouwvak óók geen vakantie bestond". Desondanks staakten de loodgieters door. Toen moest het Rijk als scheidsrechter optreden. De overheid stelde voor de loodgieters drie dagen vakantie te geven. Eén van die dagen moest op Goede Vrijdag, Koninginnedag of 1 mei vallen. De werkgevers konden alleen maar het hoofd schudden over zoveel soepelheid van de regering. De loodgieters legden zich niet neer bij de hoofdschuddende heren: ze staakten door. Tenslotte kwamen ze zegevierend uit de strijd met vier dagen vakantie. Over Goede Vrijdag, Koninginnedag en 1 mei had niemand het meer.

Waarheen?

Omstreeks 1900 verdiende een arbeider ongeveer tien tot vijftien gulden per week. Met zo'n inkomen was het zelfs in die tijd onmogelijk de bloemetjes eens buiten te zetten. Een treinreis van Amsterdam naar Maastricht kostte al f.6,75. De passagier reisde dan derde klas. Voor het "onderhoud van de mens onderweg" had de toerist zo'n f.8,50 per dag nodig. Een dagtocht kostte dus al gauw meer dan een weekloon!

Toch waren er omstreeks 1900 wel vakantiegangers. Sommige families permitteerden zich reizen naar de Cote d'Azur. Ze verbleven er veelal de hele winter. In Nice werd iedere nieuwe "wintergast" in de krant welkom geheten! De wintergasten wilden ook graag door iedereen gezien worden. Tijdens het winterverblijf in Zuid-Frankrijk waren verscheidene festivals waar alle overwinteraars acte de présence gaven. Een dergelijke vakantie was voor de meesten een onbetaalbare luxe. Ze bleven danook opmerkelijk veel dichterbij huis. Zo kreeg Valkenburg in Limburg al heel gauw een goede naam als vakantie-oord. De Valkenburgers hadden snel door dat de toeristen geld in het laadje brachten. Zij lokten de vakantiegangers met lage prijzen en met dienstbetoon. Valkenburg was de eerste plaats met een VVV.

Wie een ruimere beurs had, bezocht, vooral per trein, het buitenland. De romantiek van de tijd werkte in het voordeel van het Zwitserse landschap met zijn alpenweiden. De meeste toeristen in het buitenland verbleven in hotels. Toch was dat niet nodig. De gasten konden goedkoper terecht in gehuurde kamers of berghutten. De toeristen hielden meestal lang vakantie in Zwitserland. Een periode van zes weken was gewoon. Niet alléén de Zwitsers konden zich verheugen op Nederlands bezoek. In Duitsland deden de Harz en het Zwarte Woud het goed. Frankrijk trok veel reizigers die zich vergaapten aan Parijs.

Al met al was zo'n buitenlandse vakantie voor velen een kostbare en angstwekkende onderneming. Wie vrije tijd had en weinig geld zocht daarom liever zijn familie of kennissen op. Zo'n bezoek doorbrak tenminste de alledaagse sleur.

Vrije vogels

In 1920 zaten de Amerikanen met een geweldige voorraad tenten uit de Eerste Wereldoorlog. De regering besloot ze te verkopen. Er waren in die tijd maar weinig kampeerders. Volgens menigeen hoorde de tent bij de soldaat. Kampeerders die op hun fiets door het land trokken, werden danook veelal hoofdschuddend nagekeken. In dorpen moesten ze uitkijken dat de jeugd niet met modderkluiten smeet.

Juist de jongeren gingen omstreeks 1920 graag kamperen. Ze probeerden daarbij zoveel mogelijk afstand te doen van de zegeningen van de moderne samenleving. De volbloed kampeerder trok er alléén of met een klein groepje op uit. Hij zag minachtend neer op de vakantiegangers met tent en primus. Volgens de ware kampeerder behoorde bij de tent een kampvuur. Verbondenheid met de natuur en afstand van moderne techniek stonden hoog in het

De trein was al vroeg een populair vervoersmiddel voor toeristen. In het begin was het reizen toch voorbehouden aan de welgestelden. De Pullmantrein was ingesteld op die welgestelden. De wagons waren luxueus ingericht.



vaandel van de kampeerder. Zo was het ook met de jeugd die jeugdherbergen opzocht. In 1929 openden de eerste hun poorten. Er heerste een echte geitewollensokken-sfeer. Ruig, eenvoudig en vrij van alle alkoholgebruik vermaakten de bezoekers van de jeugdherbergen zich. Zo op het eerste gezicht klinkt dat heel eerbaar. Toch waren er vele dominees die zich tegen deze "bron van verzoeking" keerden. De katholieke kerk had het niet op het "natuuraanbiddersgedoe" in de jeugdherbergen. Trouwens, de socialistische jeugd kreeg ook waarschuwingen tegen vakanties in jeugdherbergen mee. De AJC vermoedde dat in de jeugdherbergen de geestelijkheid allerlei stiekem bekeringswerk deed. De kloof tussen socialisten en "Groenen" dateert misschien van die tijd.
Ondanks alle tegenwerking groeide het aantal jeugdherbergen snel. In de loop van de jaren verdween ook de geitewollensokken-sfeer. Langzamerhand kreeg de "vakantie" iedereen in zijn greep.

Waarom weggaan?

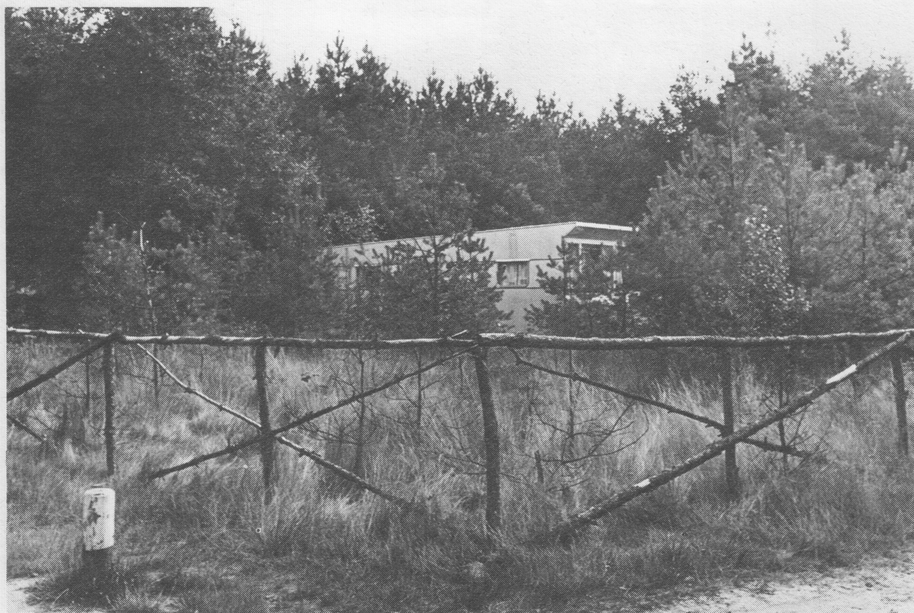
Elke vakantiereis draagt een beetje "snobwaarde" met zich mee. Vóór de Tweede Wereldoorlog vergrootte een vakantiereis het aanzien van de toerist; in onze tijd is dat nog steeds zo. Het aanzien van de vakantieganger neemt evenredig toe met de lengte van de reis. Toch is "status" lang niet de enige drijfveer om met vakantie te gaan. De eerste deelnemers aan de reizen van Cook meenden zeker dat een reis naar Parijs hun status kon verhogen. Bovendien waren ze nieuwsgierig. Ze wilden de vreemde stad op het kontinent beter leren kennen.
Degenen die omstreeks 1920 gingen kamperen, gingen weer om andere redenen met vakantie. Zij wensten de burgerlijke samenleving in stad en dorp de rug toe te keren. De vlucht uit de alledaagse sleur lijkt een steeds belangrijkere reden te zijn om met vakantie te gaan. Steeds meer mensen hebben het gevoel dat in het dagelijkse leven knellende banden hen bezwaren. De vakantie is voor hen een veiligheidsventiel.
Vooral na 1945 is de vakantie een uitlaatklep geworden. De verzorgingsstaat heeft de burger van vele zorgen bevrijd. Maar diezelfde samenleving schrijft ook bromfietshelmen, autogordels, registratienummers, belastingen, bestuurlijke verordeningen en konfrontatie met onpersoonlijke komputers voor. De ondernemer en de werknemer ervaren het dagelijkse leven soms als een last, doordat de overheid op allerlei gebieden betuttelt.
De trouwe staatsburger kijkt vol verlangen uit naar zijn zomer- of wintervakantie. Dan hoopt hij te ontsnappen aan alle dwingende voorschriften. Om zo vrij mogelijk te zijn, kiest hij het hazepad met zijn eigen auto. Tijdens de reis raakt hij de voorschriften echter niet helemaal kwijt. Er zijn verkeersregels en er zijn douaneverordeningen. Toch, na een rit van vele honderden kilometers, bereikt hij een prachtig strand in een warm land. Ver van kollega's, baas en familie kan hij éven de dagelijkse last vergeten. Vrijheid is nummer één voor de vakantieganger. Maar de "primitieve" vrijheid van de kampeerder van omstreeks 1925 hoeft hij niet meer, ook al dwingt de huidige tijd weer tot eenvoud.
In het zeer nabije verleden zocht de toerist naar steeds meer luxe en vertier. De tent werd vervangen door karavan, appartement en hotel. In de direkte omgeving van het vakantieverblijf eiste de toerist bovendien zwembaden, jachthavens, dancings en nachtclubs. Door de groei van het toerisme en de hoge eisen van de toerist mengde de overheid zich ook steeds meer in de zaken van de vakantieganger. Wetten, regels en voorschriften met betrekking tot het toerisme bestaan tegenwoordig in alle vakantielanden. Bovendien draagt de overheid de zorg voor een goede bereikbaarheid van de vakantie-oorden. Zo ontmoet de toerist tijdens zijn vakantie toch weer overal de knellende banden van de dagelijkse samenleving. Komen daarom zoveel vakantiegangers overspannen terug van vakantie?

Nooit met vakantie

Sommige mensen zijn sterk verknocht aan hun eigen huis. Anderen hebben geen zin om moeite te doen en blijven thuis. De keus wel of geen vakantie is trouwens niet voor iedereen vrij. Zieken, bejaarden of mensen die te weinig geld hebben, zijn gedwongen thuis te blijven. Maar ze zijn de enigen niet. Sommigen kunnen niet weg vanwege hun beroep. De boeren horen daarbij. Zij hebben de zorg voor vee en gewas en blijven thuis. Daardoor drukken ze een stempel op het levenspatroon van de plattelandsbewoner. Er is gebleken dat op het platteland minder mensen met vakantie gaan dan in de stad. Op het platteland bestaat geen "vakantiekultuur". We kunnen vakantie daarom best een kultuurgoed noemen. Het is de vraag of ooit iedereen daaraan zal deelnemen. ■



De kampeerauto is in Europa een betrekkelijk nieuw verschijnsel. Deze auto biedt de vakantiereiziger het toppunt van vrijheid én komfort, want sommige van die auto's zijn zeer luxueus ingericht.


In de loop der jaren heeft in een aantal gevallen de caravan de plaats van de tent ingenomen. De komst van de stacaravan beperkte de vrijheid van de moderne kampeerder, maar bracht er meer komfort voor terug. Soms is de stacaravan zelfs tot een soort buitenhuis geworden.

MEDISCH NIEUWS

Strijd tegen rugpijn

Heel wat mensen die op latere leeftijd last van voortdurende rugpijn krijgen, kunnen voor een deel van die pijn afgeholpen worden door het gebruik van een steunzool in een van hun schoenen. Dat is op zich natuurlijk geen nieuws. Wel nieuw is het onderzoek dat de Australische arts dr. Lynton Giles naar rugpijn heeft gedaan. Hij heeft sedert 1979 meer dan 1300 mensen met pijn onder in hun rug onderzocht en behandeld. Giles zegt dat vroeg of laat bijna iedereen wel eens last van rugpijn krijgt. Algemeen houdt men een cijfer van 85% aan, maar Giles denkt dat het nog wel hoger zal liggen.
Een deel van de pijngevallen wordt veroorzaakt doordat de benen van ongelijke lengte zijn; een heel klein beetje verschil in lengte kan al voldoende zijn. Zo'n verschil betekent niet automatisch dat er rugpijn door ontstaat. Van de 1300 mensen die door Giles behandeld werden, had 18% een verschil in beenlengte van meer dan één centimeter. Ter kontrole bekeek Giles ook een evengrote groep mensen die geen rugpijn had en daarvan had 8% toch ook een verschil in beenlengte van een centimeter. Wanneer op jeugdige leeftijd, als het skelet nog aan het groeien is, aan zo'n lengteverschil niets wordt gedaan, dan gaat op den duur het onderste deel van de ruggegraat iets scheef staan. Daardoor worden de aangehechte spieren ongelijk belast en komen zenuwen in de knel.
Het nieuwe van het werk van Giles zit vooral in een methode die hij heeft ontwikkeld om heel kleine verschillen in beenlengte, vanaf 1,2 millimeter, te bepalen. Bovendien laat hij van zijn patiënten röntgenfoto's maken, terwijl ze staan; een scheve ruggegraat valt dan beter op. Afhankelijk van het gemeten lengteverschil tussen beide benen laat Giles steunzolen maken en daarmee blijkt in de meeste gevallen de pijn aardig verlicht te worden. De scheefgroei kan voorkomen worden wanneer al bij jonge kinderen de beenlengte goed in de gaten gehouden wordt en tijdig wordt ingegrepen.
Giles heeft ook gekeken naar mensen die aan scoliose lijden. Dat is een verdraaiing van de ruggegraat die al op jeugdige leeftijd inzet en met het ouder worden tot ernstige problemen kan leiden, tot aan invaliditeit toe. In ons land lijden zeker enkele honderdduizenden mensen zodanig aan scoliose dat ze er voortdurend last van hebben. In het onderzoek van Giles bleek dat het gebruik van steunzolen bij kinderen de effekten van scoliose volledig kan opheffen. Er moet dan een steunzool gedragen worden zolang het kind groeit. Overigens wil fysiotherapie ook helpen, wanneer er tenminste vroeg mee begonnen wordt.

Meer inzicht in botafbraak bij ouderen

Ongeveer een kwart van alle vrouwen boven de 65 jaar heeft momenteel last van inzakkingen van de wervels en breuken. Oorzaak daarvan is het verlies van bot; die aandoening wordt osteoporose genoemd. Onderzoek heeft uitgewezen dat hormonen invloed op dat botverlies hebben. Wanneer men de gang van zaken wat beter begrijpt, kan men mogelijk ook tegenmaatregelen verzinnen. Een aanzet daartoe vormde het onderzoek waarop dr.J.Bijlsma afgelopen mei promoveerde aan de Rijksuniversiteit van Utrecht.
Uit een eerder onderzoek in Utrecht was gebleken dat het hormoon somatomedine een rol speelt bij het al dan niet optreden van osteoporose. Somatomedine is een stof die onder invloed van het groeihormoon in de lever wordt gemaakt; de stof heeft zelf ook een groeibevorderende werking. Ook was al bekend dat een tekort aan vrouwelijk geslachtshormoon (oestrogeen) vaak tot afbraak van het bot leidt. Bij oudere vrouwen, die de menopauze achter de rug hebben, is oestrogeen nu net minder aanwezig. Bijlsma heeft in zijn onderzoek uitgevonden dat de aktiviteit van botcellen grotendeels bepaald wordt door de hoeveelheid somatomedine in het bloed en dat de stofwisseling in het bot vooral bepaald wordt door groeihormonen. Dat zou kunnen betekenen dat toediening van geslachtshormonen (zowel bij vrouwen als bij mannen) om osteoporose tegen te gaan, misschien toch minder zin heeft dat tot nu toe wordt aangenomen. In een vervolg op het onderzoek van Bijlsma moet dan ook nagegaan worden wat het effekt van behandeling met geslachtshormoon precies is. Dan zal beoordeeld kunnen worden hoe zinnig of eventueel overbodig zo'n behandeling werkelijk is.

Medicijnen maken in de ruimte

Een van de aktiviteiten waarvoor men een grote toekomst in de ruimte ziet weggelegd, is het maken van medicijnen. Al jaren besteedt men speciale aandacht aan een techniek die elektroforese heet. Die biedt de mogelijkheid om biologisch materiaal (cellen, hormonen, eiwitten) heel goed te scheiden uit de materie waarin ze gewoonlijk zitten. Op Aarde speelt de zwaartekracht hierbij altijd een verstorende rol. In een baan om de Aarde is de invloed van de zwaartekracht uitgeschakeld en daar moet de elektroforese veel efficiënter kunnen werken dan op Aarde. In de Space Shuttle is tot nu toe drie keer een elektroforese-apparaat mee geweest. De eerste keer ging er iets mis, maar de andere keren werkte het instrument goed. Daarvan zijn nu enkele resultaten bekend.
De eerste keer dat alles wel goed werkte, leverde het apparaat 500 keer zo veel gescheiden materiaal op als met datzelfde apparaat onder aardse omstandigheden gehaald zou zijn. Tijdens de vlucht van de STS-6, afgelopen april, vloog een verbeterde versie van het apparaat mee. Niet alleen werd nu zelfs 700 keer zoveel materiaal gescheiden als op Aarde mogelijk zou zijn geweest, bovendien was het gescheiden materiaal vier keer zo zuiver als op Aarde bewerkt materiaal geweest zou zijn. Het apparaat wordt gebouwd door McDonnell Douglas. Gezien de goede ervaringen die men heeft opgedaan, is men bij het bedrijf begonnen aan de bouw van een prototype voor kommerciële produktie in de ruimte. Dat prototype moet in 1985 met een Space Shuttle de ruimte in. Een zelfstandig werkend ruimtefabriekje voor het maken

Astronaut Story Musgrave inspekteert het elektroforese-apparaat aan boord van de Space Shuttle orbiter tijdens de zesde vlucht. De resultaten met het apparaat zijn veelbelovend. Foto NASA.

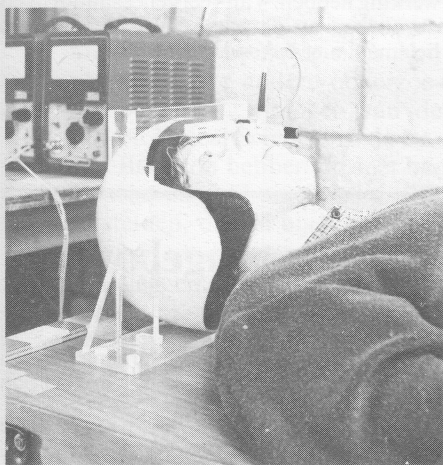


van zuivere produkten via elektroforese kan dan tegen het eind van de jaren '80 in de ruimte gebracht worden.

Oogbewegingen snel en eenvoudig te meten

Voor veel oogonderzoek is het nodig bewegingen van het oog te meten. Gedacht kan worden aan oogheelkundig onderzoek, het opsporen van leesmoeilijkheden (bijvoorbeeld het overslaan van regels in een tekst) en psychologisch onderzoek (waar richt het oog zich bij het bekijken van een tekst of plaat het eerst of het meest naar). Het meten van die bewegingen is een voor de betrokken personen vaak onaangename zaak, die bovendien tamelijk veel tijd kost en dus duur is. Daar kan nu verandering in komen. Jos Wassink heeft aan de Technische Hogeschool Twente in Enschede een magnetische oogbewegingsmeter ontwikkeld die veelbelovend is. De meter bestaat in principe uit een zachte kontaktlens waarin een uiterst kleine en precies gerichte magneet zit. Met behulp van twee opneem-elementen, die dicht bij het oog zijn geplaatst, worden de veranderingen in het magnetische veld in zowel horizontale als vertikale richting gemeten. De gegevens worden verwerkt met een mikrokomputer en de resultaten verschijnen op een tv-scherm. Deze methode heeft enkele duidelijke voordelen. Er hoeft niet verdoofd te worden en de lens veroorzaakt geen irritatie; daardoor kan tamelijk lang achter elkaar gemeten worden. De mikrokomputer kan de apparatuur binnen enkele sekonden ijken. De oogbewegingen kunnen ook geregistreerd worden als de onderzochte persoon zijn ogen dicht heeft, tijdens slaap of als hij in koma ligt.
De ontwikkelde opstelling voor de meting wordt momenteel verbeterd zodat een ruime en goedkope toepassing in zicht komt. In de oorspronkelijk ontworpen opstelling ligt de onderzochte persoon op een bed, met zijn hoofd in een valhelm die op dat bed is gemonteerd. De opneem-elementen van de apparatuur zijn aan de helm vastgemaakt. De helm kan echter ook op een nog te ontwerpen onderzoeksstoel worden bevestigd. De mikrokomputer zal vervangen kunnen worden door een voorgeprogrammeerde mikroprocessor, waardoor de prijs van het geheel aanzienlijk naar beneden kan en het bedieningsgemak groter wordt. Er wordt ook gewerkt aan het verwijderen van storende invloeden. Met de invloed van het onregelmatige aardmagnetische veld is dat al gebeurd. Voor het tegengaan van storingen door de 50 hertz trillingen van het lichtnet is al een oplossing gevonden die wordt verbeterd. Momenteel wordt nog gekeken hoe de storende invloed van passerende auto's kan worden opgeheven.

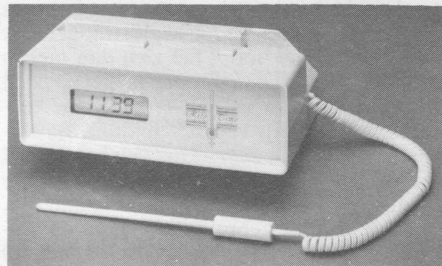
De magnetische meter voor het bepalen van oogbewegingen bestaat uit een zachte kontaktlens met een magneetje erin en opneemapparatuur die aan een valhelm is bevestigd.
Foto TH Twente



Geboorteregeling via de wekker

De meest natuurlijke manier om niet zwanger te raken, is via de zogeheten periodieke onthouding. Dat wil zeggen geen geslachtsgemeenschap hebben in de dagen rond het moment dat de eierstokken een eitje afgeven. Nu is de methode van periodieke onthouding jammer genoeg weinig betrouwbaar, omdat het moment waarop het eitje vrijkomt, in de regel moeilijk vast te stellen is. Daar komt bij dat de mannelijke zaadcellen enkele dagen lang aktief blijven. De vruchtbare periode van de vrouw duurt daarom verscheidene dagen. Het kernpunt in de methode van de periodieke onthouding is het bepalen van de lichaamstemperatuur van de vrouw. Die gaat namelijk vanaf het moment dat het eitje vrijkomt, omhoog. De Engelse firma Rite Time heeft nu een apparaatje ontwikkeld dat uitkomst kan bieden. Het bestaat uit een thermometer en een mikrokomputer, die beide verwerkt zitten in een digitale wekker. Als de vrouw 's morgens wakker wordt, neemt zij met de thermometer haar temperatuur op. Wanneer dat in een bepaalde periode van drie uur gebeurt, neemt de mikrokomputer de afgelezen temperatuur zo in zijn geheugen op. Wordt de temperatuur op een ander tijdstip van de dag bepaald, dan korrigeert de komputer de afgelezen temperatuur daarvoor. Elke temperatuur wordt meteen vergeleken met de temperaturen van de voorgaande dagen. Wanneer nu blijkt dat minstens drie bepalingen achter elkaar hoger zijn dan die van de voorgaande zes dagen, dan konkludeert de komputer dat een eitje is afgegeven en dat de vrouw dus vruchtbaar is. Tegen de tijd dat de menstruatie er aan komt (het niet bevruchte eitje wordt dan uit het lichaam verwijderd), daalt de temperatuur weer en die blijft dan laag tot de volgende zogeheten eisprong. Door een druk op een speciale knop verschijnt op de plaats, waar gewoonlijk de tijd staat aangegeven, de gemeten lichaamstemperatuur en antwoord op de vraag hoe het met de vruchtbaarheid gesteld is. De klok/temperatuurmeter werkt op batterijen en die gaan bij normaal gebruik tien maanden mee. Door die batterijen is de klok overal te gebruiken en dat is een van de redenen dat de Wereld Gezondheidsorganisatie zeer geïnteresseerd is in het apparaatje. Het is inmiddels in de handel (hoewel nog niet in ons land). Het kost in Engeland, inklusief verzendkosten, bijna 76 pond.

De op batterijen werkende digitale wekker waarin de Rite Time vruchtbaarheidsmeter is ondergebracht.



Een kompas in onze neus

"Loop je neus maar achterna, dan kom je er vanzelf." Dat zeggen we, voor de grap, wel eens tegen elkaar. Volgens de onderzoekers Robin Baker, Janice Mather en John Kennaugh van de universiteit van Manchester, hoeft dat helemaal geen grap te zijn, maar de pure werkelijkheid. De onderzoekers houden zich al geruime tijd bezig met het verschijnsel dat mensen, net als bijvoorbeeld postduiven, gevoelig zijn voor het aardse magneetveld. Er bestaan al langer aanwijzingen dat mensen op het magneetveld kunnen reageren, maar waar dat vermogen zou kunnen zitten, kon men tot nog toe niet ontdekken. De Engelse onderzoekers hebben nu in het neusbeen van vier overleden mensen een naar verhouding sterk magnetisme aangetoond. Hoe dat magnetisme tot stand komt, waar het in zit opgeslagen en waarom het er is, zijn vragen waar de onderzoekers alleen nog maar suggesties op hebben, geen antwoorden. Nog één onderzochte overledene leed bij zijn dood aan anemie, een sterke vorm van bloedarmoede ten gevolge van veel te weinig rode bloedlichaampjes. Bij hem was geen magnetisme aantoonbaar. In rode bloedlichaampjes zit ijzer en misschien zijn ijzerverbindingen wel de opslag van het magnetisme. Door met ons hoofd te draaien, zouden we via de voor magnetisme gevoelige cellen in het neusbeen de stand van ons hoofd in het aardse magneetveld kunnen bepalen. Proeven wijzen in deze richting, al zijn de uitkomsten niet voor iedereen overtuigend. Misschien is er daarom wel nog meer in het spel.

Oorzaak geslachtsziekte op het spoor

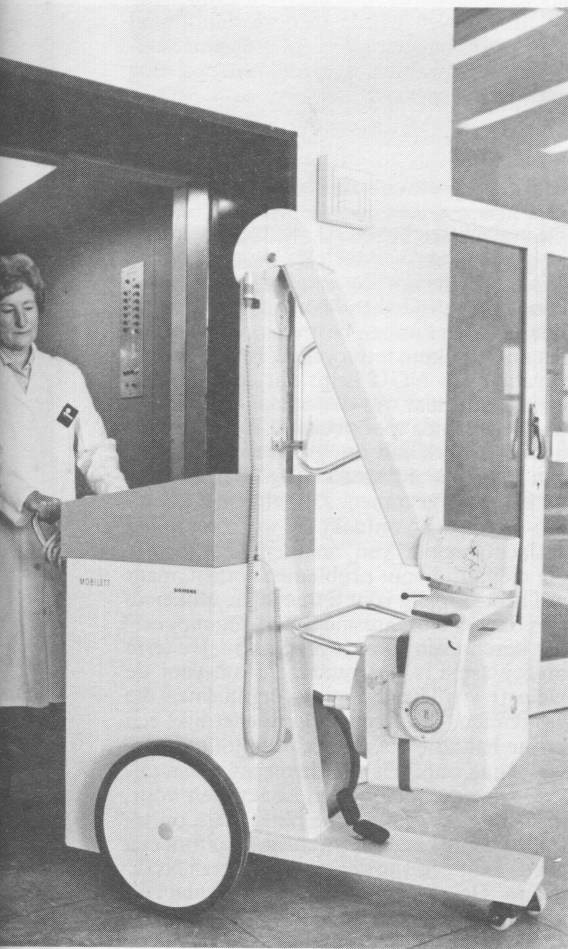
De geslachtsziekte NGU, die tot een ontsteking van de urinebuis leidt, wordt in meer dan de helft van de gevallen veroorzaakt door twee goed bekende mikro-organismen. Die gevallen kunnen bestreden worden met het antibiotikum tetracycline. In veel andere gevallen van NGU helpt dat antibiotikum even goed, maar was de oorzaak van de aandoening tot nog toe onbekend. Daaraan lijkt door het werk van een groep onderzoekers aan het Clinical Research Center in Londen nu een eind gekomen. Zij hebben twee mikro-organismen ontdekt die wel meer in het geslachtsorgaan van mannen voorkomen, die niet altijd voor problemen zorgen, maar wel heel gevoelig voor tetracycline blijken te zijn. Het ene organisme is een nog niet eerder beschreven soort mycoplasma. De term mycoplasma is een verzamelnaam voor de kleinste vrij levende mikro-organismen die we kennen. De tweede boosdoener lijkt een kleine bakterie die zonder zuurstof moet leven (anaerobisch is). In de mens komen talloze soorten anaerobische bakteriën voor, maar de nu opgespoorde blijkt sterk op tetracycline te reageren en maakt daarom een goede kans een van de verwekkers van NGU te zijn. De ontdekte mikro-organismen zijn heel moeilijk in het laboratorium te kweken en dus ook te onderzoeken. De volgende

stap wordt daarom een betere voedingsbodem voor de organismen te zoeken, waarna beter bestudeerd kan worden hoe het menselijk lichaam normaal gesproken op deze organismen reageert. Daaruit volgt dan meer inzicht in de ziekte en het voorkomen en bestrijden ervan.

Verrijdbaar röntgentoestel

De firma Siemens heeft onlangs een nieuw verrijdbaar röntgentoestel op de markt gebracht. Het apparaat luistert naar de naam Mobilett. Het ding weegt ongeveer 230 kilo en haalt zijn energie gewoon uit het lichtnet. Omdat in het apparaat energie in kondensatoren wordt opgeslagen kan met een groot opname vermogen (van 30 kilowatt) gewerkt worden. Daardoor wordt een kortst mogelijke belichtingstijd van 3 millisekonden haalbaar, en dat betekent weinig beeldonscherpte en dus weinig reden tot het overmaken van röntgenfoto's. De Mobilett wordt gestuurd door een mikroprocessor. Die zorgt ervoor dat gedurende lange tijd het apparaat een eenmaal ingestelde stand blijft behouden. Dat maakt het werken met het apparaat eenvoudiger en minder duur.

De Mobilett van Siemens, een verrijdbaar röntgentoestel dat gemakkelijk in ziekenhuisliften kan.



Middel gevonden om zenuwen te herstellen?

Recent onderzoek bij ratten heeft de hoop doen rijzen dat een middel ontwikkeld kan worden om zenuwletsel te herstellen. Behandeling met zeer kleine hoeveelheden van het hormoon ACTH leidt bij ratten met zenuwletsel tot het uitgroeien van meer zenuwvezels. Bovendien keren het gevoel en de spierfunktie eerder terug dan zonder behandeling. Het veelbelovende is nu dat een brokstuk van het hormoon ACTH, dat zeer binnenkort als geneesmiddel op de markt komt, dezelfde werking op het herstel van zenuwletsel bij de rat blijkt te hebben als het ACTH zelf. Dat is de uitkomst van een onderzoek waarop afgelopen februari dr.W.A.Bijlsma promoveerde aan de Rijksuniversiteit van Utrecht. Het geneesmiddel heeft daarbij niet de gewone werking van het natuurlijke hormoon. Tot nu toe zijn vrijwel geen middelen, laat staan geneesmiddelen, bekend die het herstel van zenuwen (bijvoorbeeld na een verkeersongeluk) kunnen bevorderen. Omdat in sommige zenuwcellen normaal een hormoon voorkomt dat aan ACTH verwant is, heeft het onderzoek van Bijlsma een aanknopingspunt gegeven voor de vraag welke faktoren van belang zijn voor herstel van zenuwbanen. Vooral oudere mensen, bij wie herstel van zenuwletsel nauwelijks of heel langzaam verloopt, kunnen baat hebben bij de uitkomst van Bijlsma's onderzoek.

Nieuwere slaapmiddelen beter

Slaapmiddelen worden in de regel gebruikt door mensen die moeite hebben met het inslapen. Belangrijk is dan dat het middel snel door het lichaam wordt opgenomen en dat het snel werkt. De meest gebruikte slaapmiddelen, die dat doen, horen tot een groep verbindingen die bekend staan als benzodiazepines. Er horen ook bekende kalmeringsmiddelen bij. In het algemeen geldt dat een goed middel ook snel weer uit het lichaam wordt verwijderd. Bij herhaaldelijk gebruik van zo'n middel hoopt het zich dan niet in het lichaam op. Dat ophopen is niet zo goed voor het lichaam en het verzwakt de toekomstige werking van het middel. Bovendien verdwijnt de uitwerking van het middel snel als het snel wordt afgebroken en verwijderd. Voor slaapmiddelen is dat belangrijk, want de meeste gebruikers moeten de volgende dag weer aan het (maatschappelijke) verkeer deelnemen. Dr.Roeline Jochemsen promoveerde afgelopen januari aan de Rijksuniversiteit van Leiden op een onderzoek naar de tijd dat slaapmiddelen in het menselijk lichaam verblijven. Daarbij konstateerde ze dat de nieuwere benzodiazepines sneller worden verwijderd dan de oudere. Die nieuwere zijn dus lichaams-vriendelijker. Jochemsen konstateerde ook dat bij bejaarden en mensen met een leveraandoening de middelen langzamer uit het lichaam verwijderd worden. Dat is logisch want de lever zorgt voor dat verwijderen en dat orgaan "slijt" met toenemende leeftijd en doet het met een aandoening ook minder goed. Daarom is vooral voor die mensen het kiezen van een snel te verwijderen slaapmiddel belangrijk, maar voor alle gezonde mensen ook. Het verwijderen van het middel uit het lichaam tenslotte verloopt bij mannen en vrouwen ongeveer even snel, aldus Jochemsen.

Organen regelen eigen bloedvoorziening

Hormonen kunnen plaatselijk de bloedstroom aanzienlijk verhogen of verlagen zonder dat het hart daar iets van merkt. Dat is geen onbekend verschijnsel, maar de geneeskunde besteedt er toch opvallend weinig aandacht aan. Meer inzicht in deze materie is echter van groot belang omdat veel van de vaatverwijdende en vaatvernauwende geneesmiddelen die momenteel gebruikt worden, over het hele lichaam werken en daardoor vaak hun doel voorbij schieten. Vervelende neveneffekten van dat soort middelen hebben vaak te maken met de gedeeltelijk verkeerde uitwerking ervan elders in het menselijk lichaam. Vrouwen die een middel toegediend krijgen om voortijdige barensweeën tegen te gaan, kennen het bijverschijnsel van hartkloppingen maar al te goed. Dat is een van de voorbeelden van het gedeeltelijk averechts werken van een vaatverwijdend middel.

Onderzoek naar plaatselijke veranderingen in de bloedstroom wordt onder meer gedaan in het Laboratorium voor Perifere Circulatie van de Rijksuniversiteit van Utrecht. Daar is onder andere gebleken dat vaatverwijdende of vaatvernauwende hormonen de bloedstroom zeer plaatselijk kunnen veranderen. Door het toedienen van het juiste hormoon aan proefdieren kan de doorbloeding van bijvoorbeeld de nieren 40% worden verhoogd, terwijl de bloeddruk als geheel niet verandert en het hart er nauwelijks of helemaal niets van merkt. De verklaring van het verschijnsel is dat heel plaatselijk de weerstand van de bloedvaten in de nieren wordt verlaagd, terwijl ter kompensatie de weerstand in de spieren gelijkelijk wordt verhoogd. De bloedvoorziening van de nieren wordt dus verbeterd ten koste van het spierweefsel. Soortgelijke effekten zijn ook aangetoond voor bijvoorbeeld de maagwand. Dat is de wetenschappelijke basis voor het gezegde "een volle maag studeert niet graag". Een extra toevoer van bloed naar de maagwand zou dan ten koste van de bloedtoevoer naar de hersenen gaan. Het onderzoek heeft verder aangetoond dat de invloed van de hormonen die de weerstand van de bloedvaten veranderen, wisselt met de koncentratie van die hormonen. Adrenaline bijvoorbeeld heeft in lage koncentratie alleen invloed op onder andere de bloedstroom door de darmen, maar verandert bij hoge koncentratie ook de aktiviteit van het hart en dus van de hele bloedsomloop. Dat is precies de reden dat sommige bloedvat beinvloedende geneesmiddelen geen goede uitwerking hebben. Van veel geneesmiddelen is de invloed op de plaatselijke bloedstroom helemaal niet bekend.

Te koop aangeboden

Te koop Aarde & Kosmos jaargangen 1974 t/m 1982, tien gulden per jaargang. H. van Mierlo, Rollandslaan 86, Haarlem, telefoon 023-240638.

Onmacht van KNMI in stormdrama

Huub Eggen
Siso kode 555.4

Chaos, paniek en ontreddering, dat was het beeld op Hemelvaartsdag 1983. Volkomen onverwacht werd West- en Noord-Nederland geteisterd door een zware storm. De ellende was extra groot doordat veel mensen op weg waren naar hun weekeind-verblijf of het water hadden opgezocht. Het KNMI faalde op deze dramatische dag heel nadrukkelijk. Had men daar de storm werkelijk niet kunnen zien aankomen?



Voor tientallen mensen eindigde het lange weekeind dat op Hemelvaartsdag begon op deze manier: de caravan door een windstoot met orkaankracht van de weg geblazen en vernield. Foto ANP

De storm van Hemelvaartsdag (12 mei) overviel net als iedereen ook de meteorologen. De vraag is of dat had mogen gebeuren. Staatssekretaris Scherpenhuizen van Verkeer en Waterstaat liet zelfs een onderzoek instellen naar de gang van zaken op die 12e mei. Het eindrapport daarover moest rond deze tijd verschijnen. Centraal punt daarin zou een rekonstruktie zijn van de weerkundige gebeurtenissen en de weerkundige berichtgeving op 12 mei.

Niets aan de hand

Rond 12 mei lag boven West-Europa een omvangrijk gebied van lage luchtdruk, waarin echter geen grote luchtdrukverschillen voorkwamen. Op 11 mei trok een vrij onaanzienlijk kerntje van lage druk over de Golf van Biskaje naar het noorden. In het begin van de nacht op 12 mei lag dat kerntje ten zuiden van Bretagne en vervolgde zijn weg naar Het Kanaal. Hoewel in de loop van de nacht boven Frankrijk enkele stevige windstoten in een zuidelijke tot zuidoostelijke wind werden gemeld, was dat geen aanleiding voor bijzondere aandacht. Rond de kern van de kleine depressie bleef alles met een windkracht van niet meer dan matig tot vrij krachtig tamelijk rustig. Rond een uur of 8 in de ochtend, toen de kern ten noorden van Normandië was aangekomen, kwam voor het eerst uit de binnenkomende waarnemingen een signaal dat er iets gaande was. Vóór de kern uit begon de luchtdruk te dalen, erachter te stijgen. Daardoor ontstaat een groter luchtdrukverschil, met als gevolg dat de wind gaat toenemen. Een dergelijke daling en stijging van de luchtdruk geeft aan dat de kern van lage druk zich aan het uitdiepen is, zoals dat in vaktermen heet. De kern wordt wat aktiever.

Meteorologische waarnemingen uit het buitenland zijn niet onmiddellijk op het KNMI aanwezig. Metingen uit Frankrijk (en ook België) worden eerst verzameld en doorgegeven naar Parijs; vandaar gaan ze naar het Engelse Reading waar het grote meteorologische centrum voor West-Europa gevestigd is. Van Reading komen ze dan naar het KNMI. Er verloopt zo ongeveer dertig minuten tussen het doen van de waarneming en de ontvangst ervan op het KNMI. Vervolgens moeten alle binnenkomende waarnemingen in De Bilt ook nog verwerkt worden en betrokken in de berekeningen die op dat moment gaande zijn. Daardoor werd het op het KNMI pas rond 9.30 uur duidelijk dat de kleine depressie boven Het Kanaal aktief aan het worden was. Op grond van de beschikbare gegevens is toen om 10 uur een waarschuwing voor windkracht 7 (harde wind) gegeven.

Razendsnelle ontwikkeling

Intussen koerste de depressie richting Nauw van Calais. Naar later bleek is hij in een razend tempo verder blijven uitdiepen. Dat ging sneller dan het binnenkomen van de meetgegevens. Zo ontging het de meteorologen aanvankelijk dat zich voor de Frans-Belgische kust een regelrechte storm aan het ontwikkelen was. Aan het eind van de ochtend zwol daarom onverwacht en vrijwel gelijktijdig aan de kust van België én Zuidwest-Nederland de wind enorm aan. Om 12 uur werd in Vlissingen over tien minuten gemiddeld nog maar een windsnelheid van 27 knopen gemeten (de grens tussen windkracht zes en zeven, waar intussen al voor gewaarschuwd werd). Een uur later meldde Vlissingen een gemiddelde windsnelheid van 54 knopen; dat is bijna windkracht 11! Gemiddeld wil zeggen dat er uitschieters tot ruim boven die waarde zitten en dat betekende in dit geval windstoten met orkaankracht.

De kern van de kleine depressie bevond zich op dat moment boven Kaap Griz Nez, ten zuidwesten van Calais, in het uiterste noordwesten van Frankrijk. De grootste windsnelheden treden altijd op enige afstand vóór de kern op. Het gaat immers om het verschil in luchtdruk tussen kern en omgeving, plus de afstand waarover dat luchtdrukverschil optreedt. Het echte stormgedeelte van de depressie (windsnelheid gemiddeld 40 knopen of meer) is niet meer dan 110 kilometer in doorsnede geweest. Dat is voor meteorologische begrippen erg klein en het betekent ook dat in het gebied waar de depressie nadert, de wind zeer snel toeneemt. De storm ging om dezelfde reden ook tamelijk snel weer liggen. Om 15 uur meldde Vlissingen gemiddeld nog 36 knopen (windkracht 8) en om 16 uur nog maar 27 knopen (windkracht 6/7).

De kern van de depressie trok vrijwel evenwijdig aan onze kust naar het noorden. Daarbij was de storm niet overal even zwaar. Hoek van Holland en de zuidpunt van Texel kwamen niet hoger dan windkracht 9. Naar het binnenland nam de kracht snel af. Een station als Gilze-Rijen heeft niet meer dan 28 knopen als hoogste gemiddelde gemeld. Dat is net windkracht zeven. Boven het open IJsselmeer werd de wind nauwe-

lijks afgeremd en daar werd windkracht 9 tot 10 gehaald.
De opgegeven windsnelheden zijn gemiddelden, net als de windkracht waarvoor via de radio wordt gewaarschuwd. Dat betekent dat er windstoten kunnen voorkomen tot 50% boven de gemiddelde waarde (en heel af en toe nog wel meer). Met een windkracht van 9 kunnen windstoten tot windkracht 11 en zelfs 12 optreden, en dat gebeurde op 12 mei. Het waren net die windstoten die de meeste schade aanrichtten. De storm was voor de maand mei een uiterst zeldzaam verschijnsel. Zolang men op het KNMI metingen aan de wind doet, was in mei nog nooit een windkracht van 10 geregistreerd.

Waarom faalde het KNMI?

Na deze rekonstruktie van de storm zullen we enkele vragen bekijken. De belangrijkste is waarom men op het KNMI niet heeft voorzien dat de depressie tot zo'n aktiviteit zou aangroeien. Het antwoord is, volgens een KNMI-woordvoerder, dat men geen idee heeft waarom de kleine, vrij rustige kern opeens zo enorm aktief werd. De meteorologie schiet hier gewoon tekort. Uit de rekonstruktie is gebleken dat tot op bijna het laatste moment niets erop wees dat de depressie zo verwoestend zou worden. De depressie trok over een gebied met heel wat waarnemingsstations en uit de metingen van al die stations kwamen geen aanwijzingen over wat er op komst was. De eerste alarmerende gegevens kwamen in De Bilt binnen toen de storm in feite al bijna in alle hevigheid ontwikkeld was en toen was het te laat voor het waarschuwen vooraf. Zolang er niet voldoende inzicht bestaat in het karakter en het gedrag van het soort "tijdbom"-depressie als die van 12 mei is het volgens de KNMI-woordvoerder onmogelijk de ontwikkeling te voorspellen. Men kan zich afvragen wat er gebeurd zou zijn als de meetgegevens sneller naar het KNMI toe gekomen zouden zijn en het systeem een snellere verwerking had toegestaan.
Kleine depressies die ons via Het Kanaal bereiken, zijn berucht om hun moeilijk voorspelbare gedrag. Ze zijn bij meteorologen danook bekend als Kanaalratten. Dit soort depressies bezorgt strandexploitanten in het voorjaar nog wel eens een hoop schade. Misschien zou het verstandig zijn bij het naderen van zo'n depressie altijd een duidelijke waarschuwing te geven. Het risiko dat er dan niets gebeurt, moet men maar op de koop toe nemen.

Niet ingesteld op extreme toestand

De tweede vraag die rijst, is of een waarschuwing wel zijn doel bereikt. In de weerkundige berichtgeving aan de scheepvaart (en in het algemeen ook via de radio) wordt alleen gewaarschuwd voor een bepaalde windkracht. Die kracht is echter een gemiddelde; behoorlijke uitschieters naar boven toe zijn dus mogelijk. Watersporters, als zeilers en windsurfers, horen dit te weten, maar het is natuurlijk mogelijk dat men het zich niet altijd realiseert. Het gemiddelde publiek op het land (bijvoorbeeld op de weg) zal dit veel minder weten. Wat dat betreft zou de berichtgeving mogelijk duidelijker moeten worden.
Een waarschuwing heeft weinig effekt wanneer men de mensen voor wie die bedoeld is, niet bereikt. Automobilisten en zeilers hebben meestal wel een radio in hun vervoermiddel en dat ding in de regel ook aan. Een windsurfer heeft echter geen radio onder zijn arm. Wanneer hij eenmaal op het water is, wordt hij erg moeilijk bereikbaar. Hemelvaartsdag 1983 heeft duidelijk gemaakt dat in zo'n extreme situatie als toen de rijkspolitie te water over onvoldoende mogelijkheden beschikt.
Een punt van diskussie zal zeker ook worden of er een alarmeringssysteem via de radio moet komen zoals dat nu voor het wegverkeer bestaat. In geval van files en spookrijders kan de radionieuwsdienst van het ANP in alle radioprogramma's "inbreken" voor extra informatie. Voor het weer moet dat ook kunnen. Enigszins geschrokken na die 12e mei, heeft het KNMI op 2 juni zo'n "inbraak" geprobeerd. Die middag woedde in Zeeland zwaar onweer waarbij stevige windstoten voorkwamen. Via het ANP heeft het KNMI geprobeerd tussentijds op de radio te komen, maar dat ging niet door omdat het ANP het niet nodig achtte.
We kunnen enkele konklusies trekken. Ons land is kennelijk onvoldoende voorbereid op zeer extreme, plotseling optredende weersomstandigheden. Daar zou wel een organisatie voor gemaakt kunnen worden, maar de diskussie zal waarschijnlijk op geld stuklopen. De meteorologie is kennelijk niet in staat spookdepressies als die van 12 mei juist te beoordelen. Een dergelijke situatie is typisch het werk van een vreemde aantrekker, zoals die in ons vorige nummer beschreven is (zie A&K 3/1983, pagina 218-222), en de meeste meteorologen betwijfelen of ze zo'n situatie ooit helemaal zullen kunnen begrijpen.



In het westen en noorden van ons land richtte een kortstondige storm met zware windstoten, die als een bliksemslag bij heldere hemel kwam, heel wat schade aan. Vijf mensen kwamen om het leven. Hier is gelukkig alleen maar schade. Foto ANP

Slecht weer door vulkaanstof?

Is het extreem natte voorjaar het gevolg van een overmatige hoeveelheid vulkaanstof hoog in onze dampkring? Staat ons nog meer slecht weer te wachten, dit jaar en mogelijk ook volgend jaar? Het zou volgens verscheidene onderzoekers inderdaad kunnen.

Sinds 1979 heeft zich op Aarde een ongewoon aantal heftige vulkaanuitbarstingen voorgedaan. Daardoor zweven nu op hoogten tussen 25 en 35 kilometer zowat tachtig keer meer stof- en vooral zwavelzuurdeeltjes dan vóór 1979. Op verscheidene plaatsen in de wereld, onder meer op de top van de Zugspitze bij Garmisch-Partenkirchen in het uiterste zuiden van West-Duitsland, heeft men gemeten dat al dat stof en zwavelzuur momenteel 5% van alle zonlicht tegenhoudt. Het zijn vooral de zwavelzuurdeeltjes (in feite heel kleine stofjes met zwavelzuurdruppeltjes er om heen) die langdurig op grote hoogte blijven zweven en die het zonlicht onderscheppen. Daardoor stijgt op de hoogte waar de deeltjes zweven, in de stratosfeer, de temperatuur. Tegelijk zal naar verwachting dicht bij het aardoppervlak de gemiddelde temperatuur over de gehele wereld iets dalen. Algemeen wordt geschat dat de afkoeling zo'n 0,3 à 0,5°C zou kunnen bedragen. Dat lijkt weinig, maar is in feite aanzienlijk. Volgens berekeningen van de Russische klimatoloog Boediko zou een wereldwijde afkoeling met 2 °C al voldoende zijn om de hele Aarde in een ijstijd te storten.

Gevolgen van afkoeling

De grote vraag blijft wat een kleine afkoeling precies voor gevolgen heeft. Meteorologen en klimatologen durven daarover geen harde uitspraken te doen. Er zijn verscheidene faktoren die het doen van uitspraken bemoeilijken.
Een afkoeling van rond 0,5 °C is op zich even groot als de verschillen die van jaar tot jaar kunnen optreden in de jaartemperatuur over de gehele wereld. De afkoeling krijgt echter betekenis als hij zich enige tijd doorzet. Nu zouden we dit jaar echter toch al een wat lagere temperatuur kunnen verwachten. Het jaar 1981 was over het hele noordelijk halfrond gezien het warmste sinds 1958. Vanaf begin 1982 zette zich al een temperatuursdaling in. Plaatselijk kunnen echter aanzienlijke verschillen voorkomen. Zo was in ons land het jaar 1982 bijna rekord-warm. In deze eeuw waren alleen 1934 en 1959 warmer. Gemiddeld genomen zouden we echter mogen verwachten dat 1983 toch al wat koeler zal zijn.
Naast het wisselende temperatuursverloop maakt ook het optreden van plaatselijke extreme situaties het doen van uitspraken moeilijk. Onder plaatselijk kan men best heel West-Europa verstaan. Ons uiterst natte voorjaar (mei 1983 was zelfs de natste meimaand in honderd jaar) staat tegenover een warm en droog voorjaar in Oost-Europa. In Bulgarije konden de boeren in mei niet aan het werk omdat de akkers te droog waren. Het bijna voortdurend slechte weer bij ons was het gevolg van een luchtdrukverdeling boven de Atlantische Oceaan die voor ons ongunstig was. Diezelfde drukverdeling zorgt dan meer dan duizend kilometer verder oostelijk, in Oost-Europa en Europees Rusland, voor een overwegend zuidelijke luchtstroming waarmee bijna voortdurend droge en warme lucht naar het noorden wordt gestuurd. Dit laat al zien dat het niet overal tegelijk slecht weer is. Wel zou men kunnen veronderstellen dat situaties die voor extreme weersomstandigheden zorgen, kennelijk versterkt werden. Zo'n versterkend effekt zou volgens sommige onderzoekers kunnen samenhagen met de overmatige hoeveelheid vulkaanstof.



De bemanning van de zesde Space Shuttle vlucht, afgelopen april, maakte deze foto van een zonsondergang boven het Amazonegebied in Zuid-Amerika. Boven de hoogste wolkentoppen zien we enkele banden. Die bestaan uit stof en zwavelzuurdruppeltjes van recente vulkaanuitbarstingen. Ze zorgen voor extra weerkaatsing van zonlicht, een geringe afkoeling van de Aarde en mogelijk ons slechte weer. Foto NASA

Hoe lang nog?

Een voor de hand liggende vraag is natuurlijk hoe lang deze ellende voort zal duren. De grootste hoeveelheid zwavelzuur van dit moment is afkomstig van de Mexicaanse vulkaan El Chichón, die vorig jaar maart-april tot uitbarsting kwam. Het stof van die vulkaan heeft zich pas vorig najaar tot boven onze breedten uitgebreid. Verscheidene Amerikaanse onderzoekers verwachten dat de invloed van dit stof tussen komende zomer en eind 1984 maximaal zal zijn, gesteld dat zich intussen niet opnieuw een grote uitbarsting zal voordoen. Sommige Duitse onderzoekers verwachten van het vulkaanstof vooral een koudere en nattere herfst en lente. Enkele Amerikanen wijzen naar het jaar 1816. Toen was het in grote delen van West-Europa en het oosten van Noord-Amerika de hele zomer door abnormaal koud en nat. In het oosten van Noord-Amerika staat 1816 bekend als "het jaar zonder zomer". Die kou was een gevolg van de geweldige uitbarsting, in 1815, van de vulkaan de Tambora in Indonesië. Het huidige afkoelende effekt zal echter minder zijn dan toen.
Alles bij elkaar kunnen we konkluderen dat ons natte voorjaar met het vulkaanstof verband zou kunnen houden. Zeker weten we dat niet. Misschien zijn we alleen maar slachtoffer van een van de vele grillen van de nog steeds slecht doorgronde natuur. ■

Nieuwe telg in atomaire familie

Dr.W.van Tend
Siso kode 538

Een groep van 180 natuurkundigen heeft een nieuw elementair deeltje gemaakt. Ze deden dat met een ringvormige deeltjesversneller met een middellijn van 2200 meter op het Europese centrum voor atoomkernonderzoek (het CERN) in Genève. Het nieuwe deeltje, W deeltje geheten, was al vijftien jaar geleden voorspeld.

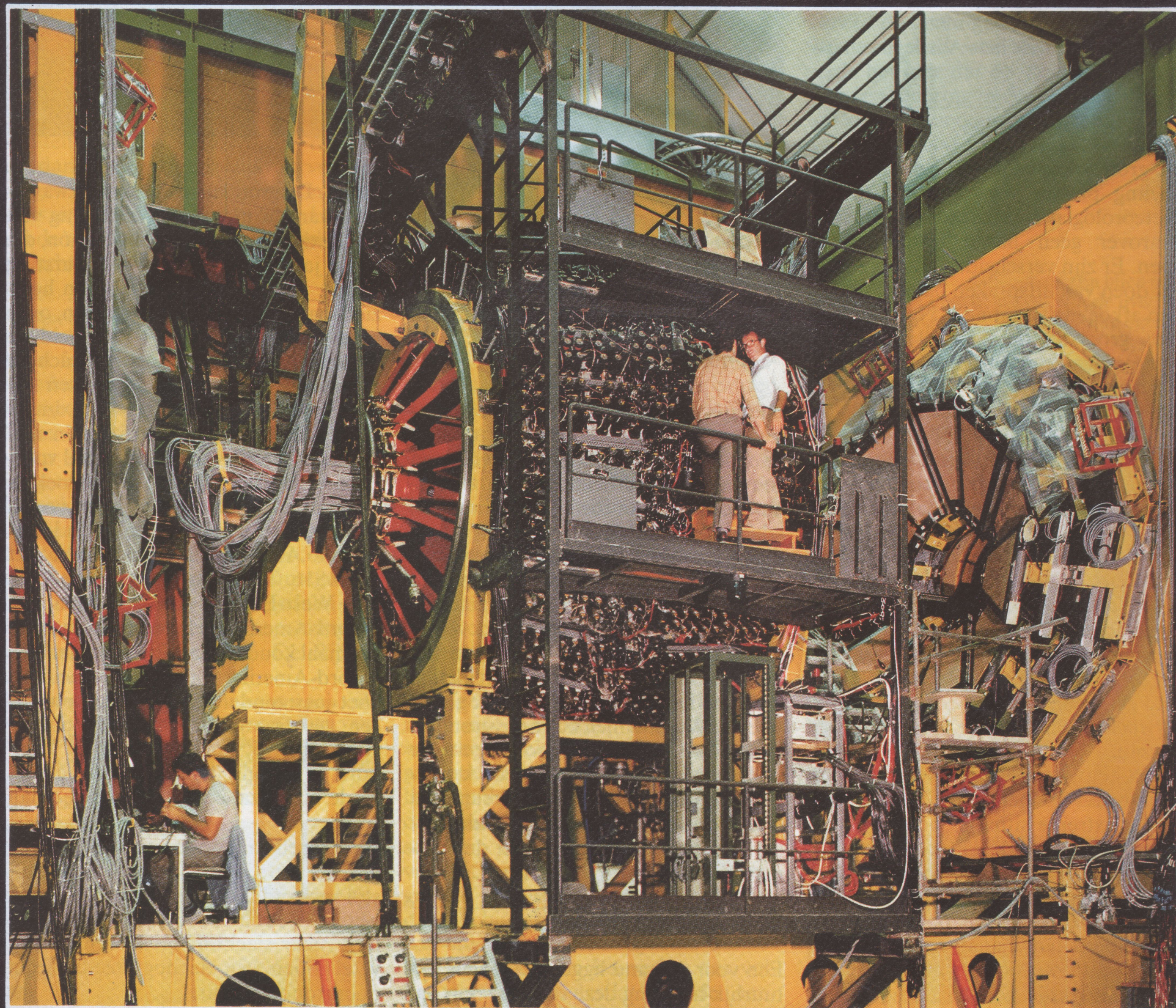
Het W deeltje vervult een rol in de zwakke wisselwerking tussen elementaire deeltjes. De zwakke wisselwerking is één van de vier hoofdkrachten van de natuur. De andere drie zijn de sterke wisselwerking, de elektromagnetische wisselwerking en de zwaartekrachtswisselwerking.

De zwaartekracht, hoe belangrijk ook in het dagelijks leven, speelt onder losse elementaire deeltjes nauwelijks een rol. Elektromagnetische krachten tussen geladen deeltjes overheersen, wanneer de onderlinge afstand ongeveer de afmeting van een atoom is. De zwakke en sterke krachten zijn pas werkzaam wanneer de deeltjes nog veel dichter bij elkaar zijn, zoals binnen een atoomkern.

Natuurkundige hulpdeeltjes

De elektromagnetische kracht lijkt een wisselwerking op afstand: de deeltjes hoeven elkaar niet zo heel dicht te naderen. De moderne natuurkunde beschrijft deze wisselwerking echter anders. Wanneer twee elektronen elkaar afstoten, dan gaat dat met behulp van een derde deeltje, een foton. Het foton draagt met de lichtsnelheid energie over tussen de elektronen: zo doet de elektromagnetische kracht zijn werk.

Rechtstreeks waarneembaar is een dergelijk overgedragen foton niet. Het is meer een boekhoudkundig hulpmiddel bij de energie-uitwisseling. Ook voor de zwakke wisselwerking heeft men een dergelijk hul pmiddel ingevoerd. De zwakke wisselwerking is wel wat inge-

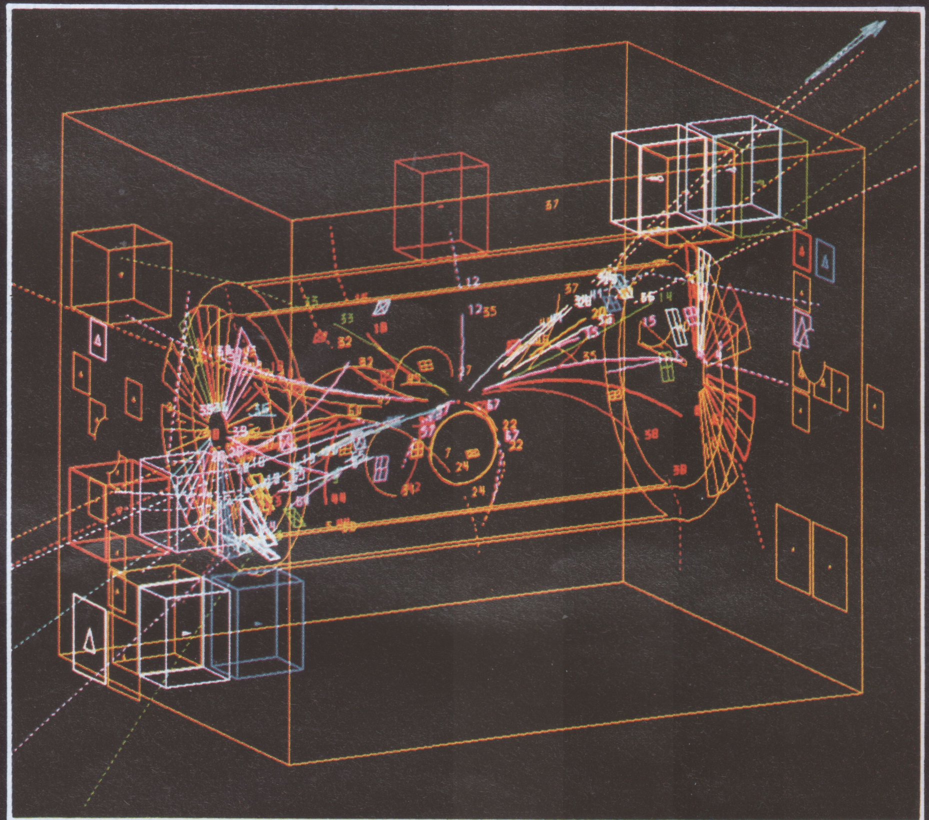


wikkelder dan de elektromagnetische. Er moeten daar drie verschillende overdrachtsdeeltjes in het spel zijn: een elektrisch positief geladen deeltje, een neutraal deeltje en een elektrisch negatief geladen deeltje. Ze worden aangeduid als respektievelijk W^+, Z en W^-. Dat deze deeltjes echt noodzakelijk zijn, en welke eigenschappen ze dan hebben, vindt men uit bij zogenaamde verstrooiingsproeven. Daarbij schiet men bundels deeltjes op elkaar. Men kijkt dan hoeveel deeltjes en van welke soorten vrijkomen bij de botsingen, en in welke richtingen en met welke energie ze bewegen. Veel ontstane deeltjes vervallen snel. Waarin ze vervallen en na hoeveel tijd, zijn ook belangrijke gegevens.

Eigenschappen van W deeltje

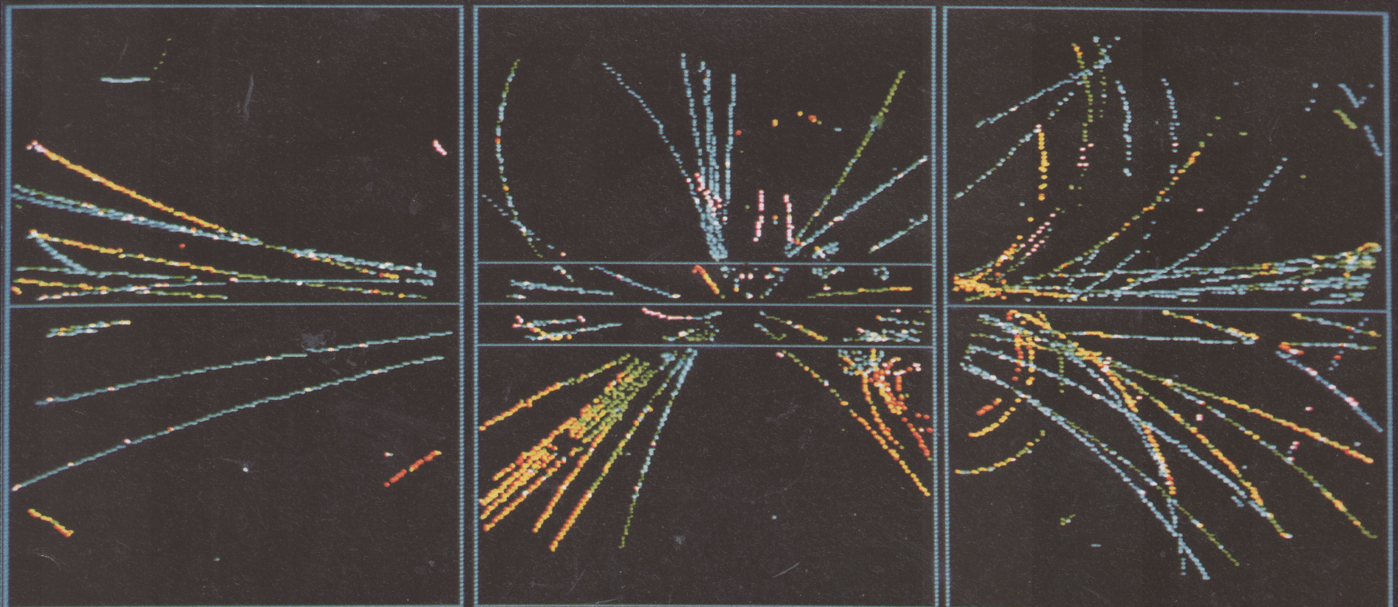
Zo zijn de eigenschappen van W (+ en −) en Z deeltjes steeds beter vastgesteld. Duidelijk werd dat het Z deeltje, hoewel ook elektrisch neutraal, niet hetzelfde kon zijn als het foton: het Z deeltje moest zich langzamer dan met de lichtsnelheid bewegen. Hetzelfde moest gelden voor het W deeltje. Omdat het W deeltje zwaarder is dan het foton, is meer energie nodig om het te laten ontstaan. Die energie kunnen twee elementaire deeltjes pas opbrengen als ze heel dicht bij elkaar zijn. Is een W deeltje eenmaal gevormd, dan komt het door zijn grotere traagheid niet zo ver als een foton. Dit alles zorgt ervoor dat de zwakke kracht zoveel zwakker is dan de elektromagnetische en pas optreedt bij kleine afstanden. De boekhoudkundige eigenschappen van W deeltjes binnen zwakke wisselwerkingen hadden al opgeleverd dat het tussen 87 en 94 maal zo zwaar moest zijn als het proton. Bij de vroegere botsingsproeven was de overeenkomstige energie alleen tijdelijk beschikbaar. Alleen als bij een botsing het vereiste energiebedrag helemaal vrijkomt, kan een echt vrij bewegend W deeltje ontstaan. De best bruikbare botsing hiervoor is die tussen elektronen en anti-elektronen, ook positonen of positronen genaamd. De botsingsenergie is dan nauwkeurig af te stemmen op de vorming van alleen W deeltjes, zonder nevenprodukten.
Elektron-positron botsingen zijn bij die

◀ Onderzoek aan elementaire deeltjes vraagt enorm omvangrijke apparatuur. Hier wordt de detektor van het UA-2 experiment geïnstalleerd.



Analyse van de gebeurtenissen in de UA-1 detektor met behulp van een komputer levert dit soort plaatjes op. Alle geregistreerde sporen zijn thuisgebracht bij bepaalde soorten deeltjes. ▶

Een "ruwe" registratie van een gebeurtenis in de UA-1 detektor. Enkele miljarden van dit soort registraties heeft men geanalyseerd, op zoek naar het W deeltje. ▼



energie echter technisch nog niet te verwezenlijken. Men moest zich daarom behelpen met proton-antiproton botsingen, die bij het CERN wel mogelijk zijn. Er zijn dan echter veel storende nevenprodukten. Bij een miljard botsingen was maar een tiental gebeurtenissen waarbij W deeltjes vrijkwamen. Er is natuurlijk een komputer gebruikt om al het botsingskaf van het W-koren te scheiden. De W deeltjes waren te herkennen aan hun overblijfselen na verval, die een heel bepaalde energie hadden. De werkelijke massa van de vrije W deeltjes bleek tussen 83 en 92 protonmassa's te liggen. Dat klopt dus heel goed met de voorspelde waarde uit hun boekhoudkundige eigenschappen (87-94).

Het neutrale broertje van de geladen W deeltjes, Z, is nog niet gevonden. Het ontstaat wat minder vaak, maar het moet zeker aan het licht komen, als men het werk met deze deeltjesversneller gewoon voortzet. Op dit moment is men daarmee bezig. Officieel heten W en Z "intermediaire vektor bosonen". Intermediair staat voor hun bemiddelende rol bij de zwakke wisselwerkingen. Vektor is een wiskundige term; in de theorie zijn deze deeltjes weergegeven door zo'n vektor. Boson zegt iets over hun groepsgedrag.

Het ordenen van elementaire deeltjes

De natuur biedt, bijvoorbeeld in een kristal, vaste vestigingsmogelijkheden voor bepaalde deeltjes. Sommige soorten deeltjes kunnen in onbeperkte aantallen samen in een dergelijke woning huizen. Deze heten bosonen, genoemd naar de natuurkundige Bose. Andere soorten vestigen zich er met niet meer dan twee tegelijk (één linksom tollend, één rechtsom tollend). Zulke deeltjes heten fermionen, naar de natuurkundige Fermi. Elektronen en neutrino's bijvoorbeeld zijn fermionen; fotonen, W en Z zijn bosonen.

De indeling in fermionen en bosonen is maar één van de scheidslijnen in het rijk der elementaire deeltjes. Deeltjes zijn ook te onderscheiden naar de wisselwerkingen waaraan ze wel of niet meedoen: het elektron bijvoorbeeld is wel betrokken bij zwakke en elektromagnetische krachten, maar ongevoelig voor de sterke kracht. Het neutrino doet alleen mee aan zwakke wisselwerkingen.

Andere belangrijke verschillen zitten in de massa's van de deeltjes. Het proton is ruim 1800 maal zo zwaar als het elektron. Anderzijds heffen de negatieve lading van het elektron en de positieve lading van het proton elkaar precies op, wat toch weer een merkwaardig grote verwantschap aangeeft.

Betekenis van de deeltjes; één grote theorie

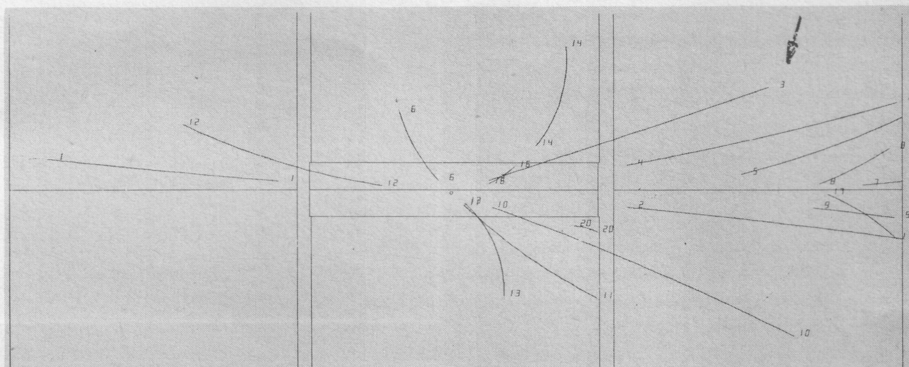
Het overzichtelijk ordenen van de bonte verzameling deeltjes is een van de onderwerpen van de zogenaamde Grote Verenigde Theorieën voor de wisselwerkingen. Er is in die theorieën een aantal hoofddeeltjes en een aantal hulpdeeltjes. Sommige elementaire deeltjes zijn opgebouwd uit verscheidene hoofddeeltjes. Zo bestaanhet proton en het neutron ieder uit drie zogenaamde kwarks, die door de sterke kracht aan elkaar vast zitten. Wat verschilt tussen proton en neutron, is de aard van de samenstellende hoofdkwarkdeeltjes.

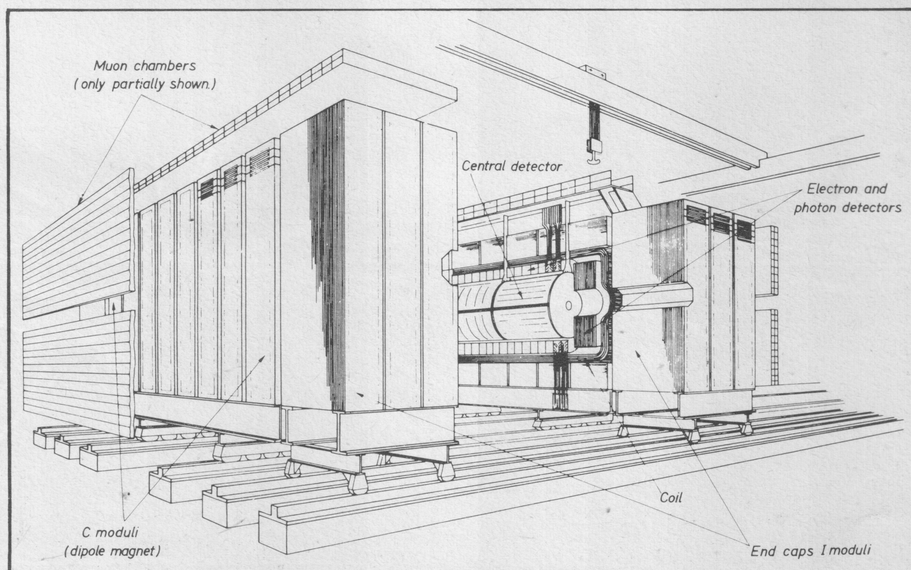
Allerlei hoofddeeltjes kunnen van gedaante verwisselen, als er maar hulpdeeltjes beschikbaar zijn. Het hulpdeeltje foton is onder de tegenwoordige omstandigheden in het heelal volop aanwezig. Het foton laat elektronen alleen van snelheid veranderen, niet van aard. De omzettingsmogelijkheden met fotonen zijn dus maar beperkt.

Andere hulpdeeltjes vereisen meer energie voor hun vorming, maar bieden ook meer omzettingsmogelijkheden. Zo kunnen ze bijvoorbeeld een kwark van de ene soort veranderen in een kwark van een andere soort. Het hulpdeeltje W is nu dus met een deeltjesversneller te maken. Allerlei andere hulpdeeltjes zullen op Aarde nooit te produceren zijn. Ze vereisen meer energie dan welke toekomstige deeltjesversneller ook ooit zal kunnen leveren.

Die onhaalbare hulpdeeltjes uit de Grote Verenigde Theorieën moeten wel in overvloed aanwezig zijn geweest vlak na het ontstaan van het heelal. De energie was toen zo sterk samengebald dat zo ongeveer alle omzettingen van deeltjes mogelijk waren: hulpdeeltjes konden zich altijd gemakkelijk vormen. Bij het uitzetten van het heelal verdween voor allerlei hulpdeeltjes stuk voor stuk de ontstaansmogelijkheid. De energie raakte te zeer verdund. De betrokken hoofddeeltjes moesten verder blijven wat ze toen geworden waren.

Deze registratie in de UA-1 bezit bij de pijl een spoor dat sterk wijst op de aanwezigheid van een W deeltje. Het spoor vertoont niet het deeltje zelf, maar een elektron dat bij het verval van het W deeltje geproduceerd wordt. Het ontstaan van het elektron viel niet op een andere manier te verklaren en dat was een heel sterke aanwijzing.





Bij het CERN in Genève staan twee experimenten waarmee gezocht wordt naar de W en Z deeltjes. Die experimenten worden aangeduid met UA-1 en UA-2. De foto toont het detektorkomplex van de UA-1, waar het resultaat van botsingen tussen protonen en antiprotonen wordt geregistreerd. De cilinder in het hart van het komplex is de centrale detektor.

Het W deeltje werd geproduceerd bij botsingen tussen protonen en antiprotonen. Die laatste worden vastgehouden in het apparaat dat hier beneden en links door de hal loopt.



De tegenwoordige deeltjessamenstelling van het heelal heeft dus alles te maken met de gebeurtenissen die in den beginne plaats vonden, maar stuk voor stuk moesten ophouden. Hoe dat allemaal gegaan moet zijn, is te beschrijven met de Grote Verenigde Theorieën. Het is daarom plezierig dat een klein beginstukje van die theorieën nu steviger is onderbouwd door het maken van een kunstmatig W deeltje.

Alle illustraties CERN

Boekbespreking

Interferon, ontdekking, werking, toepassing, Huub Schellekens, AULA-paperback 78, uitg. Spectrum, Utrecht, 1982, 231 pagina's, prijs ƒ29,90. ISBN 90 274 6231 3.

De eerste proeven met interferon gaven aanleiding tot stoutmoedige verwachtingen. Die verwachtingen betroffen niet alleen de bestrijding van virusziekten, maar zelfs die van kanker. Enkele jaren geleden raakte het onderzoek naar interferon (afgekort tot IFN) in een stroomversnelling. Eindelijk begon IFN in zuivere vorm en bruikbare hoeveelheden beschikbaar te komen. Bovendien was de wetenschappelijke wereld geïnteresseerd geraakt. De rekombinant-DNA technologie gaf aan het onderzoek een flinke stoot in de rug. Door het intensieve onderzoek dat over bijna de hele wereld werd en wordt verricht, wordt de plaats van het IFN in het funktioneren van het lichaam duidelijker. Niet alleen het direkte werkingsmechanisme van IFN zelf, maar ook de vele effekten die met de stof samenhangen, worden duidelijker begrepen. Het beeld is echter nog lang niet volledig en het onderzoek gaat door.

Voor iedere niet-vakman die in interferon is geïnteresseerd, schreef dr. Huub Schellekens, virusonderzoeker bij TNO, een boekje over interferon. Schellekens plaatst IFN in een historisch verband en legt uit wat er intussen allemaal over bekend is, in een voor leken bedoelde taal. Een extra toegevoegde uitgebreide woordenlijst verklaart de onvermijdelijke termen. Hoewel het Nederlands hier en daar niet geweldig is, valt op de inhoud niets aan te merken. Alle feiten worden netjes op een rijtje gezet en zonodig aangevuld met wetenswaardigheden uit de medische virologie, het vakgebied van Schellekens. De lezer krijgt door het goede boek onder andere een beter medisch inzicht in het verloop van allerlei virusziekten, van de griep en waterpokken tot de beruchte herpes-aandoeningen, vergezeld van enige foto's voor mensen met een stevige maag. Daarbij wordt de werking van ons immuunapparaat uiteengezet. Vervolgens komt de invloed van het interferon daarbij aan bod. Zowel rechtstreeks als op veel indirekte manieren bestrijdt IFN de binnendringende ziekte verwekkende virussen. Hoe ingewikkeld dat allemaal met elkaar samenhangt probeert Schellekens duidelijk te maken en daar slaagt hij goed in. Door de internationale kontakten van Schellekens is het boek zeer up to date geworden. Het is dan ook onontbeerlijk voor iedereen die nieuwe ontdekkingen omtrent interferon in een breed perspektief wil zien. JB ■

Vogels van Europa, Roger Arnhem, uitg. Deltas, Centrale Uitgeverij Harderwijk, 1982, 288 pagina's, 257 foto's in kleur, prijs ƒ42,50.

Vogels van Europa is geen kompleet overzicht van alle vogels in ons werelddeel, maar wel een prachtig boek voor wie geïnteresseerd is in het voorkomen van een groot aantal vogels, hun leefgewoonten en hoe het er met die vogels voorstaat. In het boek wordt nadrukkelijk aandacht besteed aan het beschermen van vogels. Van alle foto's werd er geen enkele op het nest gemaakt, en dat is heel bijzonder (want erg moeilijk). Roger Arnhem is echter alom bekend om zijn enorme terreinkennis en -ervaring. Dat levert tal van unieke foto's op. ■

De automatische reflexkamera, Dennis Curtin en Barbara London, uitg. Elsevier, Amsterdam, 1983, 168 pagina's en cirka 275 foto's, prijs ƒ28,50. ISBN 90 10 04194 8.

De komst van de automatische kamera heeft voor een omwenteling in de fotografie gezorgd, want iedereen kon daardoor in principe goede foto's maken. Een reflexkamera is een kamera waarvan de zoeker via een spiegeltje door de lens kijkt. Een onderwerp dat goed in het beeld van de zoeker verschijnt, zal ook goed op de film komen. Toch worden er bij het fotograferen nog heel wat fouten gemaakt, voor een klein deel technische, voor een groot deel praktische (zoals een verkeerde scherpstelling, teveel zonlicht in de lens, verkeerde hoek waaronder een objekt wordt gefotografeerd). Over het voorkómen van die fouten gaat dit boekje vooral. ■

Fotograferen binnen, Michael Freeman, uitg. Elsevier, Amsterdam, 1983, 224 pagina's en cirka 700 illustraties, prijs ƒ29,50. ISBN 90 10 04393 2.

Fotograferen binnen betekent fotograferen bij bestaand licht, met kunstlicht en vaak in kleine ruimtes. Dat vraagt bijzondere aandacht. Wie die aandacht wil geven, kan geslaagde en vaak ook sfeervolle opnamen maken. Dit boek helpt daarbij, met zowel praktische als technische informatie en heel wat voorbeelden, ook in de illustraties. ■

Principes van de fototechniek, Jost Marchesi, uitg. Elsevier, Amsterdam, 1983, 86 pagina's groot formaat, cirka 250 illustraties, prijs ƒ22,50. ISBN 90 10 04685 0.

Dit boek is een bundeling van 24 technische artikelen die eerder verschenen in het tijdschrift Foto. De artikelen behandelen technische zaken als de samenstelling van films, wat er bij belichten en ontwikkelen precies gebeurt, welke faktoren een rol spelen, welke speciale procédé's toegepast kunnen worden, welke invloed filters op de film hebben en wat er allemaal in de donkere kamer moet en kan gebeuren. De inhoud van de artikelen sluit sterk aan op de praktijk. ■

REKTIFIKATIE

In het artikel over het meten van zure regen in Aarde & Kosmos 3/1983, pagina 278-281 staan enkele storende fouten. Op pagina 278 wordt gezegd dat het zuurstofatoom zestien elektronen rond zijn kern heeft draaien; datzelfde staat ook afgebeeld in het plaatje op pagina 279. Dat is uiteraard fout: het zuurstofatoom telt acht elektronen. In de tweede kolom op pagina 278 staat dat bij alleen maar H_3O^+ of alleen maar OH^- ionen de koncentraties daarvan dan 10^{-14} zijn. Dat moet uiteraard 10^0 zijn.

Energie nieuws

Elektriciteitskabel tussen Frankrijk en Engeland

Onlangs is men begonnen met de aanleg van een elektriciteitskabel tussen Frankrijk en Engeland. De kabel zal de openbare elektriciteitsnetten van Engeland en Frankrijk gaan koppelen. Voor het verbinden van de twee landen moet het Kanaal overbrugd worden. Dat gebeurt door de 2000 megawatt kabel in de zeebodem in te graven. Voor het leggen van de kabel zijn vier staaldraden van elk 24 kilometer lang gemaakt. Die draden worden per twee aan elkaar bevestigd en om de elektriciteitskabel heen gedraaid. Het geheel wordt op een soort gigantische haspel gerold. De haspel wordt aan boord van een schip gebracht dat een voor in de zeebodem trekt, waarna de kabel meteen in de geul gelegd wordt. De zeestroming spoelt de geul vervolgens weer dicht. De lengte van de metaaldraden is een "wereldrekord". Nooit eerder werden zulke lange staaldraden gemaakt.

Verleden keert terug

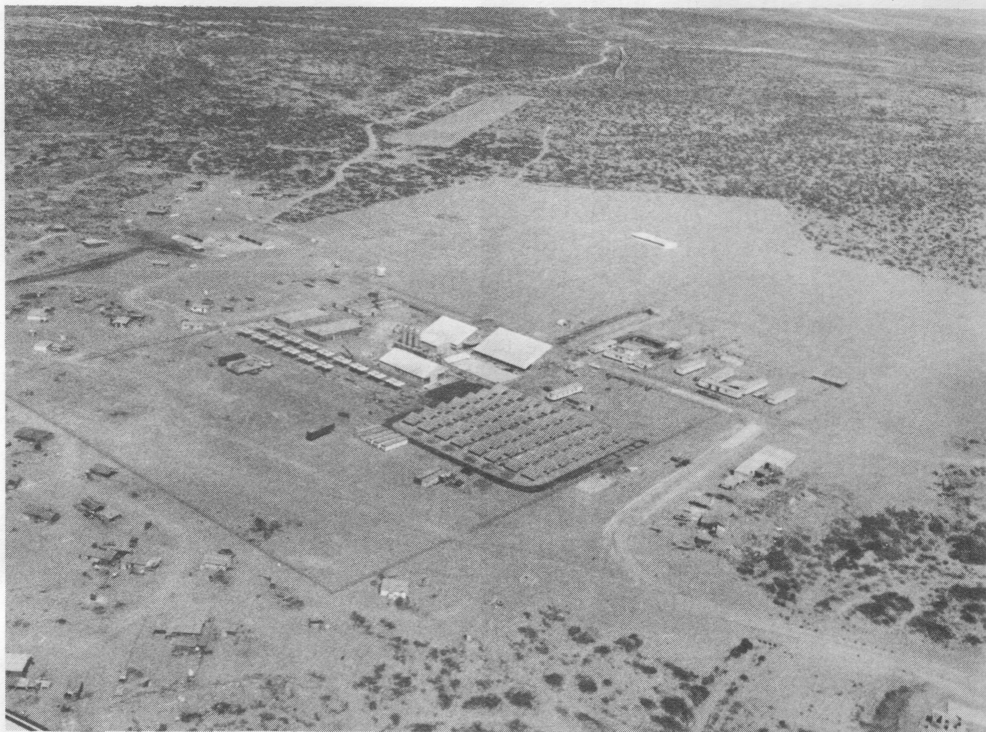
Windmolens werden in ons land eeuwen lang gebruikt als energieleverancier. Ze hebben onder andere dienst gedaan bij het bemalen van lage delen van het land en polders. Sinds maart van dit jaar lijkt dat verleden, in een nieuw jasje, terug te zijn gekeerd. Aan de Flappevaart, ten westen van Bergum in het Friese Tietjerksteradeel, staat een windgenerator die gebruikt wordt voor het bemalen van een polder van 1420 hektare. De molen, die een maximum vermogen van 60 kilowatt kan leveren, drijft een generator aan die het pompsysteem van het gemaal van elektriciteit voorziet. De molen zal drie jaar op proef gaan draaien en in die tijd hoopt men te bekijken of de moderne molens binnen de moderne gemalen bevredigend kunnen funktioneren.

Niets nieuws in de wind

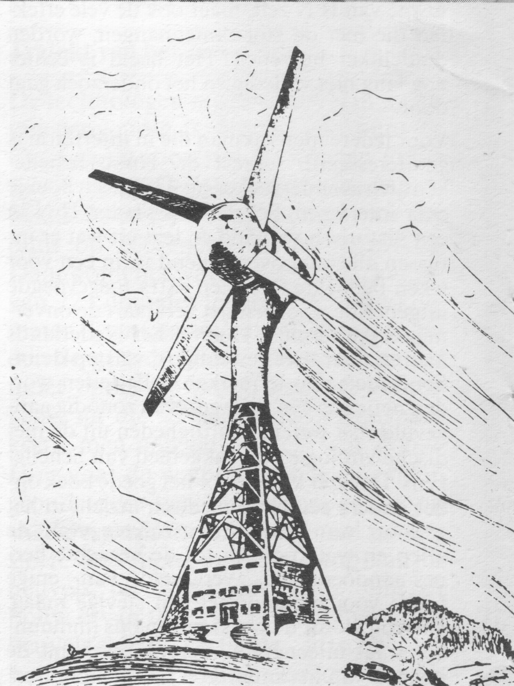
Wie mocht denken dat de windmolens voor het opwekken van elektriciteit van tegenwoordig iets nieuws zijn, heeft het mis. Ook vóór de Tweede Wereldoorlog al bestonden er plannen voor grootse windenergieprojekten. Bijgaand plaatje werd in 1935 de wereld ingezonden vanuit Berlijn. Het laat het ontwerp zien van een molen die 1 tot 5 megawatt aan elektrisch vermogen moest gaan leveren. De wieken hebben een afmeting van 60 meter; de toren waar de wieken aan bevestigd zijn, is 40 meter hoog en het geheel staat op een mastkonstruktie van 70 meter. Volgens de opgave zou de molen elektriciteit met een prijs van cirka 1 cent per kilowattuur kunnen leveren. Het bericht uit 1935 vermeldt dat men aan de bouw van de generator begonnen is en dat het ding in de buurt van Berlijn zal verrijzen. Men mag aannemen dat de oorlog uitvoering van het fantastische ontwerp in de weg zal hebben gestaan.

Zonne-energie in Mexico

Onder de naam SONNTLAN werken West-Duitsland en Mexico al enige tijd aan twee energieprojekten op het schiereiland Baja California, voor de westkust van Mexico. Dit gebied is een halve woestijn en de projekten werken danook met zonne-energie. In de hoofdstad van het schiereiland, Mexicali, zijn zes zonnehuizen gebouwd die optimaal aangepast zijn aan het plaatselijke woestijnachtige klimaat. In de zomer is het er haast ondraaglijk heet en de hele konstruktie van de huizen is danook zodanig dat ze in die tijd zoveel mogelijk warmte buitenhouden. Tegelijk worden zonnekollektoren gebruikt om een ventilatiesysteem aan te drijven. In de winter, wanneer de energiebehoefte minder groot is, dienen de kollektoren onder andere voor de warmwatervoorziening. De tweede poot van het SONNTLAN-projekt is een grote zonnecentrale bij Las Barrancas, een afgelegen vissersdorpje. Daar wordt de zonne-energie gebruikt voor de visverwerking en het invriezen van vis, voor het ontzilten van zeewater zodat het gedronken kan worden, voor de elektriciteitsvoorziening en voor een telefoonverbinding. In LasBarrancas staan enkele soorten zonnekollektoren, warmtewisselaars, zonnecelpanelen en enkele kleine windgeneratoren.
Het belang van beide projekten die sinds november verleden jaar in bedrijf zijn, ligt in de ervaring die men zo opdoet in omstandigheden die in veel ontwikkelingslanden voorkomen. Wanneer de projekten goed slagen, ligt een ruime toepassing in de Derde Wereld in het verschiet.



▲
De zonnecentrale van Las Barrancas voorziet een dorp van 250 mensen van alle noodzakelijke energie. Voor noodgevallen staat er een dieselaggregaat. Foto Dornier

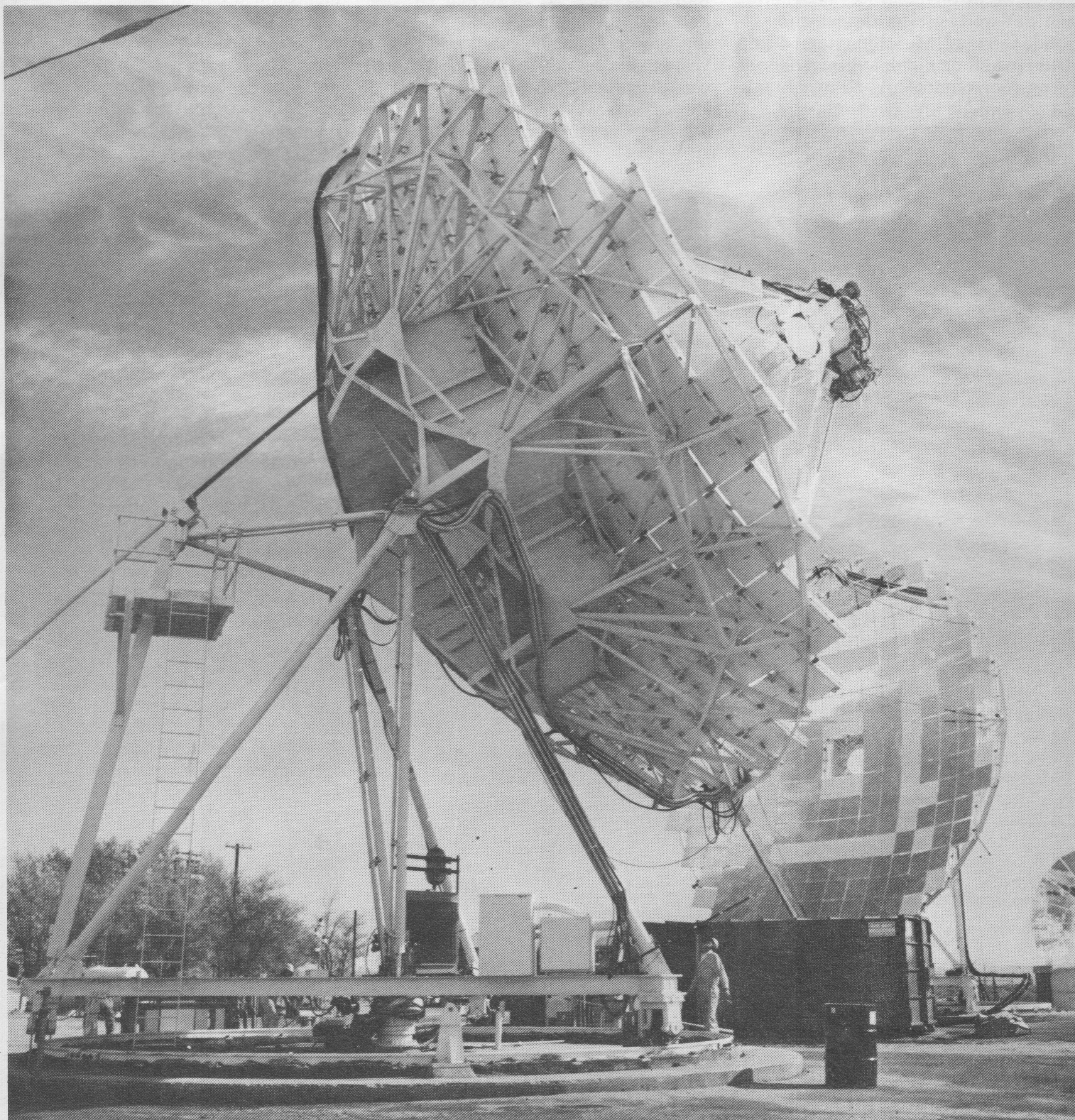


De reuzen windmolen voor het opwekken van elektriciteit, die aan het eind van de jaren '30 bij Berlijn had moeten verrijzen.

Nieuw leven voor hetelucht-motor

Op de luchtmachtbasis Edwards in Californië, waar de eerste zes Space Shuttle vluchten eindigden, wordt, verscholen in een hoekje, een energie-experiment uitgevoerd. Het Jet Propulsion Laboratory, dat naast ruimtevaart ook aan energie-onderzoek doet, heeft er drie spiegels van 11 meter in doorsnede staan, die zonnestraling opvangen en naar hun brandpunt bundelen. In dat brandpunt stijgt de temperatuur tot 700 °C. Op de plek waar het zo heet wordt, zit een afgesloten cilinder die met gas is gevuld. Helemaal stijf afgesloten in de cilinder niet; er zit een zuiger in. Door de zonnehitte wordt het gas in de cilinder verwarmd en gaat uitzetten. Het resultaat is dat de zuiger gaat bewegen. Vervolgens laat men het gas afkoelen en de zuiger keert naar zijn oude stand terug, tot het gas weer heet is geworden en zo verder. De aandachtige lezer zal intussen misschien gezegd hebben: dat lijkt wel een hetelucht-motor en dat is het inderdaad. Men heeft daar op die luchtmachtbasis gewoon het principe van de Stirling-motor toegepast. In ons land is die motor ook bekend als Philips-motor, nadat Philips sinds 1938 het principe aan het vervolmaken is geweest. In het Amerikaanse experiment drijft de Stirling-motor een elektrische generator aan. Bij het JPL is men heel enthousiast over het experiment, want het behaalde rendement is maar liefst 29%. Elke kombinatie van spiegel en motor levert tijdens de proef die al sinds 1979 loopt een dagelijks gemiddelde van 250 kilowattuur aan het openbare elektriciteitsnet. Het piekvermogen bedraagt 23,5 kilowatt. Het openbare net wordt geëxploiteerd door de elektriciteitsmaatschappij Southern California Edison en dat bedrijf gaat vanaf eind dit jaar zelf een nieuwe spiegel-motor kombinatie testen. ■

De 11 meter zonnespiegel die JPL voor zijn proef met een Stirling-motor gebruikt. De motor zit achter het brandpunt van de spiegel, waar de temperatuur oploopt tot 700 °C. Foto JPL



Tweehonderd jaar vliegen: van ballon naar straaljager en terug

GJ van Lonkhuyzen

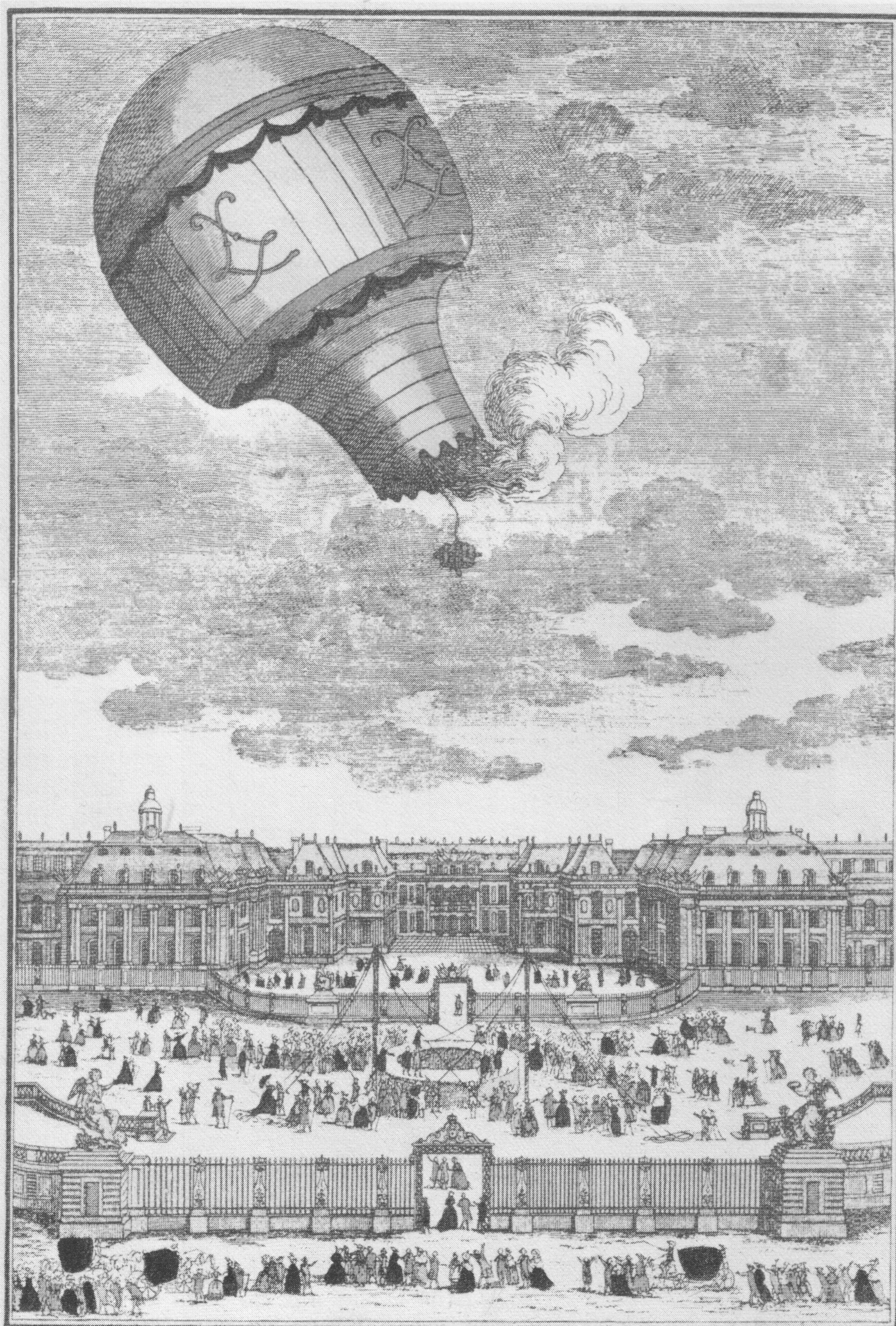
Siso kode 659.2

Tweehonderd jaar geleden ging de eerste Europeaan het luchtruim in. Zijn naam was François Pilatre de Rozier, zijn vervoermiddel een hete luchtballon van de gebroeders Montgolfier. Pas tachtig jaar geleden vloog het eerste gemotoriseerde toestel. Er zijn heel wat ideeën beproefd eer de oeroude mensendroom, om te vliegen, verwezenlijkt werd.

Met de uitdrukking "hij ziet ze vliegen" geven we in ons dagelijks taalgebruik aan dat we twijfelen aan iemands gezonde verstand. Misschien stamt de uitdrukking uit de tijd dat vliegen door de mens voor onmogelijk, zo niet krankzinnig werd gehouden. Toch zag Leonardo da Vinci "ze" al vliegen, en vóór hem bedachten legendemakers mensen die vliegen konden. Daardoor promoveerden die mensen in de regel ook meteen tot halfgod of volwaardige god. Uiteindelijk is de mens dan toch gaan vliegen.

Het is dit jaar precies 200 jaar geleden dat voor het eerst een mens (een Europeaan) het luchtruim koos, in een hete luchtballon van de gebroeders Montgolfier. Dat was het begin van de ontwikkeling die tot de hedendaagse luchtvaart leidde, maar het was niet de allereerste vlucht van een mens door het luchtruim. Eeuwen geleden al liet een Japanse dief zich aan een vlieger op om, met sukses, de gouden vazen van een tempelgevel te stelen. We weten van deze opzienbarende vlucht niet uit rapporten of technische beschrijvingen, maar uit de verslagen van het keizerlijke hof dat de zaak tegen de dief behandelde. Hij werd niet ter dood gebracht vanwege de uitzonderlijk gedurfde manier van stelen.

Maar goed, twee eeuwen geleden begon dan de echte verovering van het luchtruim, onder leiding van de broers Joseph en Etienne Montgolfier. Hun aanpak werd bijna twee eeuwen later door de NASA en de Sovjets gekopieerd: de eerste "passagiers" voor hun produkt waren dieren. De Montgolfiers lieten de eerste ballontocht op 19 september 1783 maken door een schaap, een eend en een haan. Op 15 oktober van dat jaar ging de eerste mens het luchtruim in (tot een hoogte van 26 meter): François Pilatre de Rozier. Zijn ballon bleef met een touw verbonden met de grond.



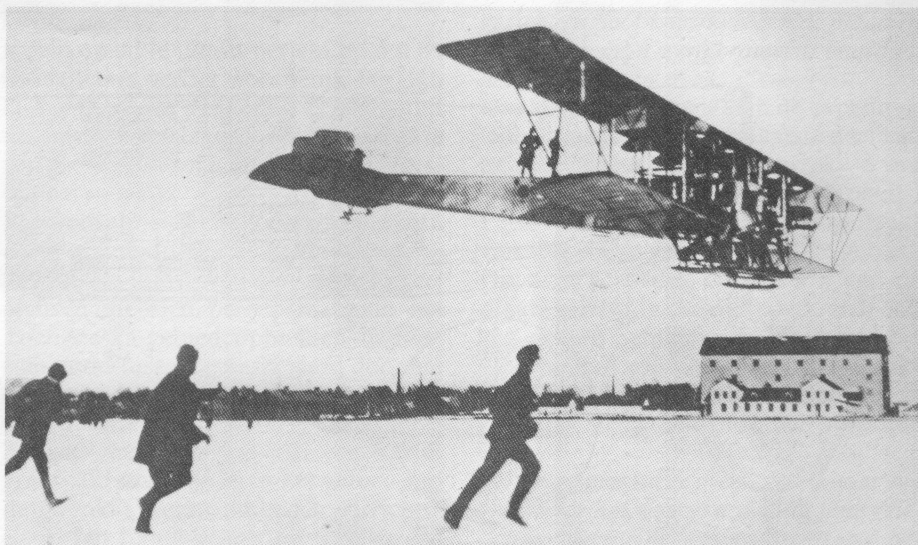
De historische datum: 19 september 1783. Een Montgolfier hete luchtballon stijgt op, met als passagiers een schaap, een eend en een haan. Het gebeurde in Versailles. Foto Aviodome

Ballonnen, zweefvliegtuigen, toestellen met motor

Vliegen in die eerste dagen was voor Europeanen een kwestie van "lichter-dan-lucht" worden. Een andere manier bestond niet. Dat werd uiteraard toch in twijfel getrokken, vooral door vliegerbouwers als Hargrave, Cody, Cayley, Lilienthal, Wright, Pilcher en vele, vele anderen.

De eerste mens die in een toestel zwaarder dan lucht vloog, was de koetsier van sir George Cayley, die op last van zijn broodheer plaats nam in een zweefvliegtuig dat vervolgens in lichte tegenwind van een heuvel werd getrokken en ging zweven. Het toestel was niet bestuurbaar (het roer was vastgezet) en de koetsier die gelukkig een behouden landing maakte, schijnt de legendarische

Sikorsky heeft deze toestellen gebouwd toen hij nog in Rusland woonde. Zeventig stuks ervan hebben dienst gedaan in de luchtmacht van de tsaar. De toestellen hadden een promenadedek op de romp. Foto Aviodome



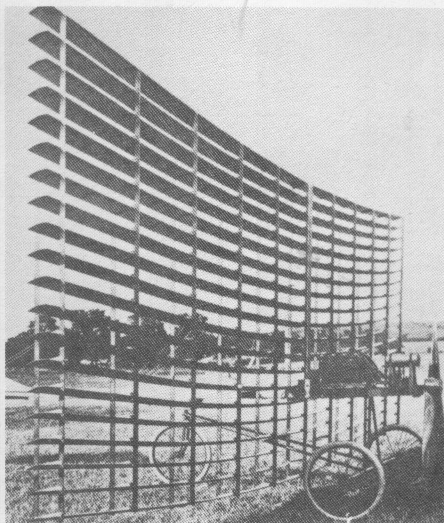
woorden te hebben gesproken: "Sir George, ik wijs U erop, dat ik bij U in dienst ben om te rijden, niet om te vliegen." De naam van de goede man is helaas in de vergetelheid verdwenen.

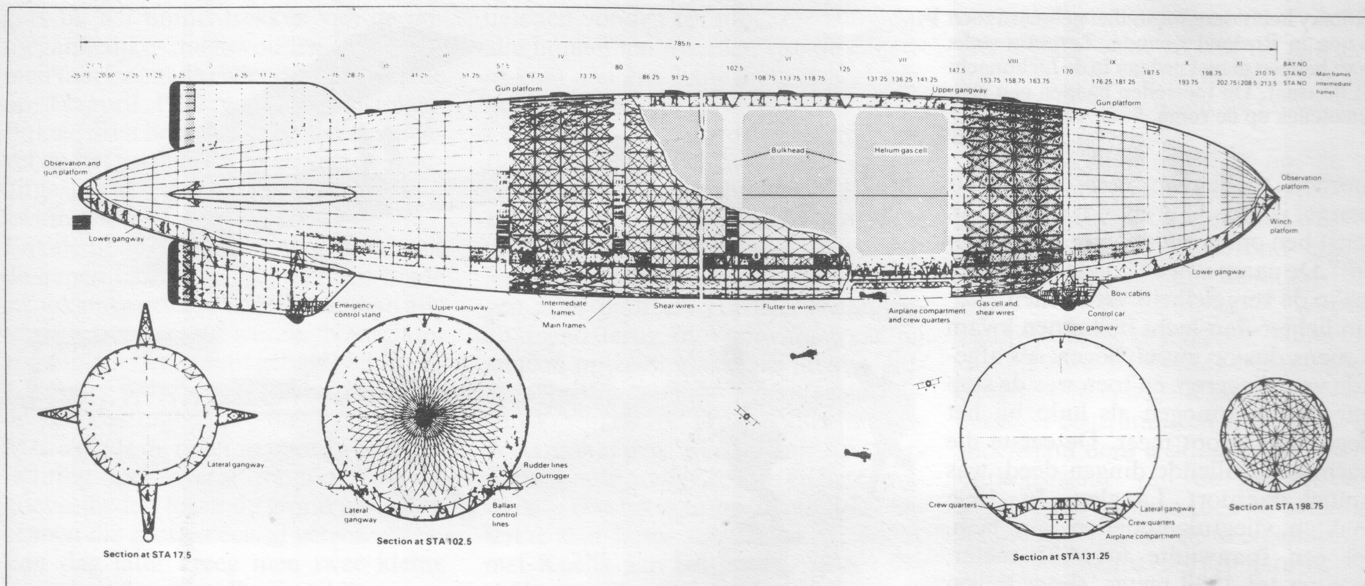
Van lichter-dan-lucht ballonnen kwam de mens dus op zweefvliegen, als afgeleide van vliegeren, en toen was de stap naar motorvermogen als hulp bij het vliegen niet groot meer. De eerste die daarmee opvallende dingen deed, was Samuel Pierport Langley. In 1896 maakten vliegtuigmodellen van hem, met een spanwijdte tot 4,25 meter, vluchten tot 1280 meter, aangedreven door een stoommachine, die twee propellers liet draaien. Langley (naar wie later een van de onderzoekscentra van de NASA is vernoemd) deed zijn vliegproeven vanaf een woonboot op de rivier de Potomac.

Toen de gebroeders Wright tenslotte als eersten hun bemande, gemotoriseerde vlucht maakten (op 17 december 1903), waren er dus al lang mensen in de lucht geweest, waren er ook al gemotoriseerde, zij het onbemande, vluchten uitgevoerd en was ook het principe van een

De gebroeders Wright hadden hun bemande vlucht, net als al die andere vliegtuig-experimenteerders, zorgvuldig voorbereid. Zij bouwden onder meer vliegers, of zwevers, die nauwgezet op stabiliteit werden getest. Er werden vaak ook modellen van gemaakt voor beproeving in een windtunnel, die Orville en Wilbur Wright hadden gebouwd. Foto Aviodome

De Brit Horatio Philips kwam in 1893 met deze vliegende "Louvre-deur". Het ding heeft nooit gevlogen, maar eenvoudiger versies deden dat wel. Toch is de bijdrage die Philips aan de techniek leverde, baanbrekend geweest. Hij was de uitdenker van het principe van meervoudige, gebogen vleugels. Foto Aviodome





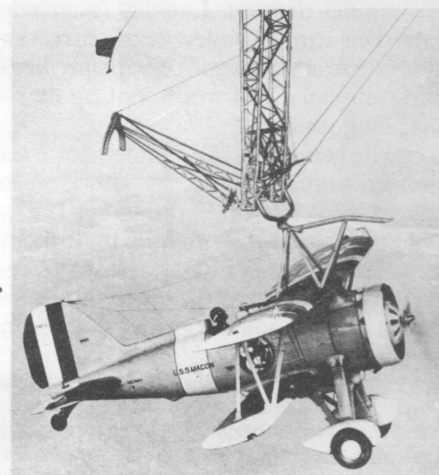
bestuurde vlucht al bekend. In de vlucht van de "flyer" van de Wrights huldigt de mensheid dus niet de eerste luchthelden, maar meer het feit dat het de mens na eeuwen van proberen tenslotte lukte te vliegen.

De theorie toegepast

Van het theorema van Bernoulli en van het Magnus-effekt had toen nog bijna niemand gehoord. Vliegen was voor de meesten een kwestie van drijven op de lucht. Dat was begrijpelijk, want de vlieger lijkt te vliegen omdat de wind hem omhoog drukt, terwijl het touw de vlieger tegenhoudt. De motor gaf de vlieger kunstmatig de winddruk om hem omhoog te voeren. Maar zo was het toch niet. Zelfs de vlieger blijkt in hoge mate te gehoorzamen aan het theorema van Bernoulli: naarmate lucht sneller beweegt, wordt de druk kleiner. Daarom kwam onherroepelijk het zorgvuldig ontworpen vleugelprofiel: van boven bol en van onderen plat. De lucht die óver de vleugel stroomt, moet daarom een langere weg volgen en dus sneller stromen. Daar ontstaat een lagere druk en het vliegtuig wordt omhoog gezogen. Zo heeft ook het Magnus-effekt zijn invloed. Dat effekt gaat over de remmende werking van het oppervlak waarlangs bijvoorbeeld lucht strijkt. In Canada bouwt een firma nu aan een luchtschip waarvan de ballon draait. Door de draaiing loopt het ballonoppervlak boven met de windstroom mee, en onder tegen de windstroom in. Het gevolg is dat de onderlangs stromende lucht wordt afgeremd en een hogere druk krijgt. Het effekt is dat de ballon een extra druk opwaarts ondervindt.

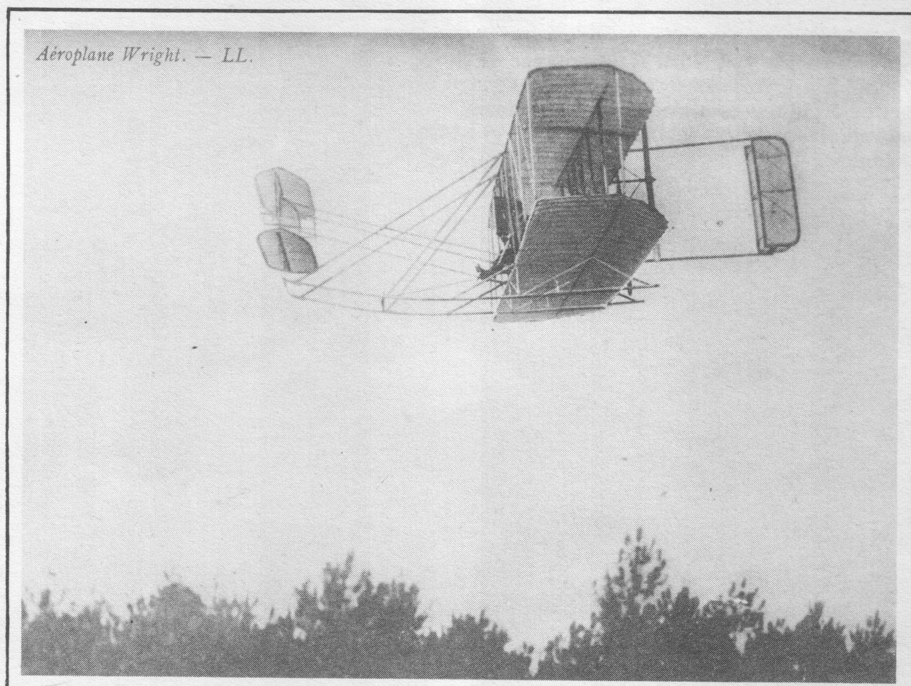
Het meest opvallend vandaag de dag is echter de terugkeer naar het beginsel van lichter-dan-lucht. De ontwikkeling

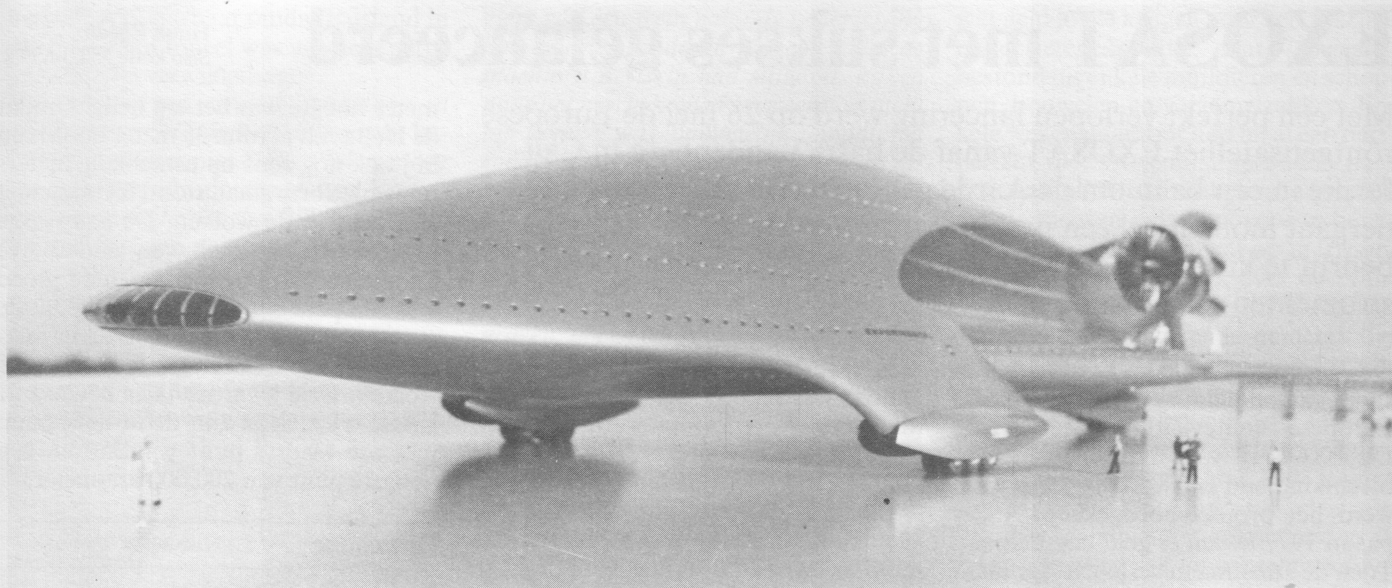
▲ **Ze hebben echt dienst gedaan, de Akron en de Macon, giganten van luchtschepen. Ze waren voorzien van een paar jachtvliegtuigen die hen onderweg moesten beschermen. Het waren oorlogsluchtschepen van de Amerikaanse marine, die ze echter niet gebruikte voor verkennings- en patrouillewerk, waarvoor ze ontworpen waren, maar voor gevechtstaken. In die funktie voldeden ze echter niet.** Foto Aviodome



Een jager keert terug naar zijn moederschip, de zeppelin Akron. De piloot vliegt zijn Curtiss F9C-2 Sparrowhawk in een vanghaak, waarna een vorkvormige grijphaak omlaag klapt en de romp stabiliseert. Het vliegtuig kan dan naar binnen worden gehesen. De hele manoeuvre gebeurt bij een snelheid van 130 kilometer per uur. Foto Aviodome ▶

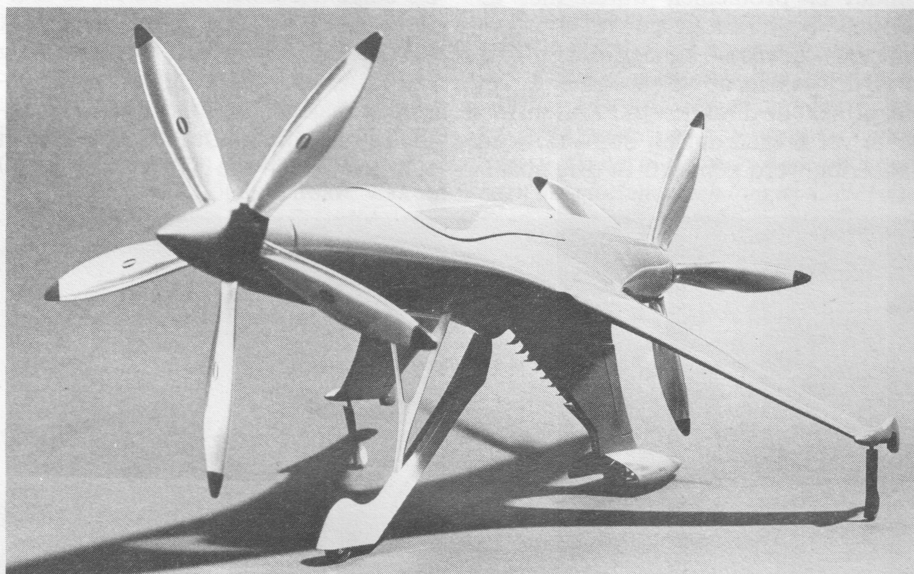
De gebroeders Wright hebben met hun vliegtuig heel wat demonstraties gegeven in Europa. Overal werd van die gebeurtenis een prentbriefkaart in de handel gebracht. Foto Aviodome





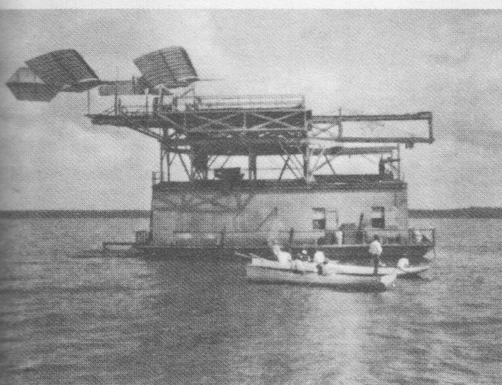
Luigi Colani, die ooit aan de Parijse Sorbonne vliegtuigbouw studeerde, is van mening dat een modern vliegtuig niet meer op een vogel moet lijken, maar op een vis. Daarop baseert hij dit ontwerp voor een ware jumbo. Zegt Colani: je moet de lift halen uit de romp, want dat is toch een groot lichaam. Vroeger geloofde men die fantasten ook niet. Foto Colani

Er zijn zoveel fantasten aan het werk geweest in de luchtvaart dat een méér niet opvalt. Er zullen ook altijd wel fantasten aan de gang blijven. De rasechte Berlijner Luigi Colani bedacht dit jacht- of sportvliegtuig, waarvan hij zei dat de staart ook naar beneden gericht kon worden en gebruikt als wielpoot. Met de vleugels kon dat ook en dat maakte een fraai plaatje. Foto Colani ▶



van de prijs van fossiele brandstoffen is daar de aanleiding toe geworden, maar toen men eenmaal bezig was met het ontwerpen van nieuwe luchtschepen, werd ontdekt dat dankzij de mogelijkheden van de techniek de bouw van luchtschepen een heel interessante zaak

De woonboot van Langley op de Potomac. Het dak was omgebouwd tot katapult voor de eerste gemotoriseerde vliegtuigmodellen. De motor was een kleine stoommachine die twee propellers aandreef. Foto Aviodome



is geworden. Niet alleen om redenen van brandstofbesparing, maar ook vanwege veiligheid, vliegkomfort en technische eenvoud, zowel in de konstruktie van het luchtschip als in de bijkomende voorzieningen op de grond.

Supersnel met straalmotor

De straalmotor heeft voor een heel apart hoofdstuk gezorgd. Op 27 augustus 1939 vloog in nazi-Duitsland de Heinkel HE178 als eerste straalvliegtuig in de geschiedenis. Met de straalmotor kon men de snelheid verhogen en dat was met name voor oorlogsmachines een interessant aspekt. In feite heeft de straalmotor het vliegtuig zoveel kracht gegeven, dat vleugels een steeds geringere rol gingen spelen; ze werden nauwelijks meer dan stuurroeren. Moderne straaljagers kunnen letterlijk als een raket recht omhoog schieten. Daarbij doen de vleugels nauwelijks meer dan alleen voor een stabiele vlucht te zorgen.

Van "een stel gekken in vliegende kratten" is vliegen in tweehonderd jaar uitgegroeid tot de meest gebruikte vorm van massatransport en ook de veiligste vorm van reizen. Intussen lijken we in een kringetje te gaan: begonnen met ballonnen en nu weer terug naar luchtschepen. Lilienthals zweefvliegtuig en ook Anthony Fokker's Spin zijn evenzo weer terug; ze heten nu hang-gliders. Het zijn net vliegende vouwstoelen van latten en doek, en ze schijnen net als de mens te zeggen: "maar vliegen zullen we."

EXOSAT met sukses gelanceerd

Huub Eggen
Siso kode 552.3-659.8

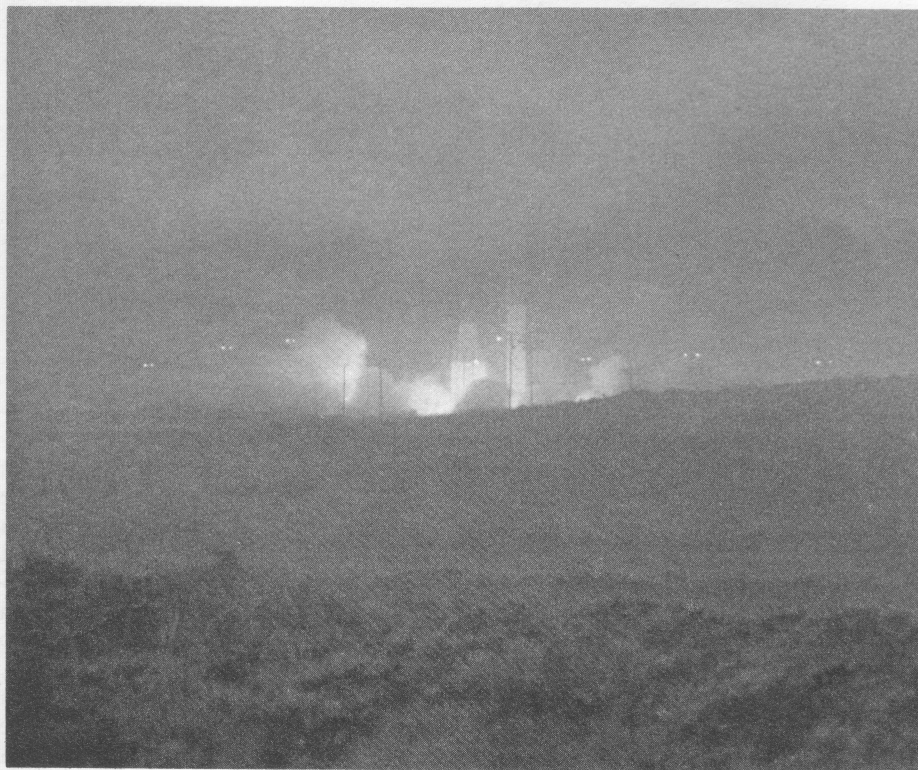
Met een perfekt verlopen lancering werd op 26 mei de Europese röntgensatelliet EXOSAT vanaf de basis Vandenberg in Californië in een baan om de Aarde gebracht. De kunstmaan ondergaat momenteel een proefprogramma om hem volledig in bedrijf te krijgen en de werking van de verschillende meetinstrumenten te kontroleren.

De geslaagde lancering bracht een zucht van opluchting teweeg binnen de Europese ruimtevaartorganisatie ESA. De EXOSAT was namelijk een probleemkind aan het worden. Al in 1973 werd het projekt goedgekeurd, maar pas in 1977 kwam er geld beschikbaar. Toen de kunstmaan verleden jaar klaar was, kon hij niet gelanceerd worden omdat er problemen waren met de Ariane. Deze Europese raket zou hem moeten lanceren. Langdurig uitstel dreigde, waarna de wetenschappers van het projekt de direktie van ESA tenslotte zo ver kregen dat bij de NASA een lancering werd geboekt. In drie maanden tijd is toen de lancering voorbereid, en dat was rekord snel. De Delta 3914 die voor de lancering werd gebruikt, funktioneerde perfekt. Het was de 169ste lancering van een raket van het type Delta. Daarvan zijn er 158 gelukt. Sinds 1977 is met Delta's niets meer mis gegaan, en ook nu verliep, voor de 35ste opeenvolgende keer, alles goed.

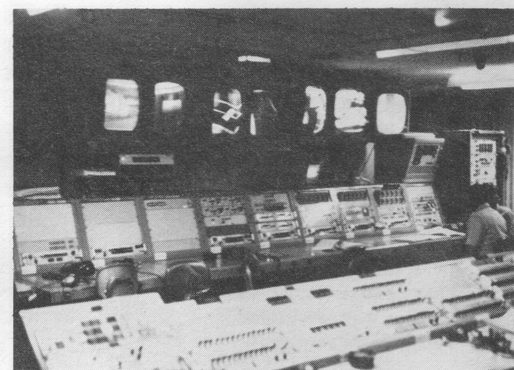
De enige teleurstelling viel bij de meegereisde journalisten te bespeuren (ook Aarde&Kosmos was, op uitnodiging van ESA, aanwezig). De basis Vandenberg is vaak gehuld in mist en laaghangende bewolking. Dat was op 26 mei ook zo. Onder een wolkenlaag op 60 meter hoogte was het erg heiig. Omdat de Delta zelf al ruim 35 meter hoog is en hi j ook nog eens op een enkele meters hoog platform staat, stond hij bijna met zijn neus in de wolken. De aanwezige journalisten moesten van anderhalve kilometer toezien hoe een felle gloed van een paar sekonden vertelde dat de motoren ontstoken waren. Daarna restte slechts een hoop lawaai boven de wolken. Drie kwartier later bevond de EXOSAT zich in zijn definitieve baan met een laagste punt van 350 en een hoogste punt van 200.000 kilometer.

Opluchting

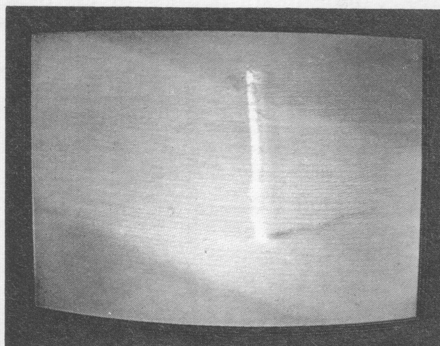
ESA- én NASA-officials waren zichtbaar bijzonder opgelucht over deze goede gang van zaken. Een uitermate spannende periode van enkele maanden was ten einde. Bovendien was het vertrouwen over en weer versterkt. Dat had de laatste jaren door onder meer de strubbelingen rond het International Solar Polar Mission programma (waar de NASA in opdracht van de Amerikaanse regering uit moest stappen, hetgeen in feite op kontraktbreuk neerkwam) nogal geleden. Met de vlucht van het Spacelab komend najaar in het verschiet, betekende het sukses van de

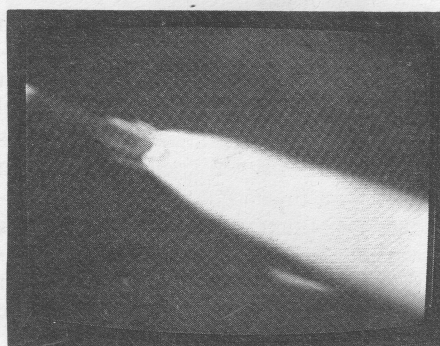


◀ **De lancering van de EXOSAT was vanaf de grond door mist en laaghangende bewolking niet te zien. Heel anders was dat op de Santa Ynez Peak ten oosten van de lanceerbasis. Daar zag men de raket fraai uit het lage wolkendek te voorschijn komen.**



▲ **Vanuit deze kontrolekamer op lanceerkomplex 2-west werd het vertrek van de Delta-raket begeleid. Het aftellen en de lancering verliepen perfekt.** Foto Huub Eggen





◀ **Dit zijn enkele beelden uit een videoband die op de Santa Ynez Peak gemaakt werd.** Foto's NASA/Huub Eggen

EXOSAT-lancering een welkome opsteker.

EXOSAT in bedrijf brengen

Momenteel is men bezig om de instrumenten aan boord van de kunstmaan te ijken. Dat doet men door bekende röntgenbronnen te bekijken en te zien wat de instrumenten precies registreren. Het is best mogelijk dat ook daarbij al nieuwe dingen aan het licht komen. Normaal gesproken verwacht men dat echter pas vanaf eind juli, wanneer het echte waarnemen met de kunstmaan gaat beginnen. De EXOSAT is niet de eerste, en ook niet de grootste, röntgensatelliet die tot nu toe is gelanceerd. Toch heeft hij nieuwe dingen te bieden. Dat komt voornamelijk omdat zijn registratie-apparatuur meer details ziet dan bij vorige kunstmanen het geval was. Bovendien kijkt de EXOSAT in diverse delen van het röntgenspektrum tegelijk en ook dat is nieuw. Vorige kunstmanen keken of op maar een heel beperkt golflengtegebiedje, of hadden zo weinig afbeeldend vermogen dat een röntgenbron niet goed aan de hemel gelokaliseerd kon worden. Bovendien konden de vorige kunstmanen maar zelden afzonderlijke röntgenbronnen langere tijd achter elkaar bekijken. "Het is", zo zegt dr.Brian Taylor, de projekt-wetenschapper, "alsof we tot nog toe alleen maar onscherpe zwart-wit foto's, af en toe een zwart-wit filmpje en heel soms een kleurenfoto van röntgenbronnen konden maken. De EXOSAT levert ons gedetailleerde film in kleur. Het afbeeldende vermogen van de EXOSAT is zo goed dat we een nummerbord van een auto op verscheidene kilometers afstand zouden kunnen lezen." Voor de heel kortgolvige röntgenstraling is dat uitermate scherp. De projektleiders van de EXOSAT verwachten dat hun kunstmaan vier jaar zal kunnen werken.

IRAS ontdekte komeet

In de nacht van 10 op 11 mei trok een komeet langs onze hemel. Hij was kort tevoren ontdekt door twee amateurs, de Japanner Araki en de Brit Alcock. Tegelijk met hun meldingen kwam ook bericht van het team onderzoekers dat gegevens van de IRAS aan het napluizen was op sporen van planetoïden, dat de kunstmaan op 26 april een nieuwe komeet had waargenomen. Daarom kreeg de komeet de naam IRAS-Araki-Alcock. Hij passeerde op 10 mei de Aarde op een afstand van maar 5 miljoen kilometer, ofwel twaalf keer de afstand Aarde-Maan. Slechts één komeet is bekend die nog dichter langs onze planeet scheerde. Die korte afstand maakte dat de komeet zich twee graden per uur langs de hemel verplaatste. Rond middernacht van 10 op 11 mei was het in ons land enkele uren helder weer en de komeet bleek zelfs met het blote oog te zien. Zijn verplaatsing viel in een verrekijker al na enkele minuten op! Omdat de komeet maar klein was en op ruime afstand van de Zon bleef, ontwikkelde hij geen zichtbare staart. Op foto's bleek wel een zwakke staart zichtbaar. Intussen is de komeet weer in de diepten van ons zonnestelsel verdwenen.

Intussen schiet het werk met de IRAS goed op. Eind mei had de kunstmaan eenderde deel van de hemel al afgetast en daarbij al ongeveer 200.000 infraroodbronnen geregistreerd. Daarvan waren er al ongeveer 2000 nader bekeken. Eén van de objekten die meer aandacht had gekregen, was de Andromeda-nevel, ofwel melkwegstelsel M31. De IRAS deed een voor astronomen nieuwe ontdekking, namelijk dat de kern van de Andromeda-nevel in het infrarood heel helder is. Een verklaring heeft men nog niet. In waarnemingen op de radiogolflengte van 50 centimeter is de kern van de Andromeda-nevel ook heel helder, maar dat wordt veroorzaakt door straling van heel snelle elektronen in heel ijl gas rond de kern. Misschien wordt een deel van de energie van deze elektronen wel in infraroodstraling omgezet. Zeker weten doet men dat echter niet.

De stroom van IRAS-gegevens is trouwens goed op gang gekomen; opnieuw werd met de kunstmaan een komeet ontdekt. Deze komeet, die ongeveer een miljoen maal zwakker is dan de IRAS-Araki-Alcock, werd ontdekt in IRAS-waarnemingen van 13 mei. Zes dagen later konden waarnemers op Aarde met een 90 centimeter teleskoop de ontdekking bevestigen. De komeet, die naar de IRAS is genoemd, blijkt volgens berekeningen op 22 januari zijn kortste afstand tot de Zon bereikt te hebben. Komeet IRAS is een van de zwakste kometen zijn ooit zijn waargenomen. Naar verwachting zal de kunstmaan in de rest van dit jaar nog wel meer kometen ontdekken. ■

Een foto van de komeet IRAS-Araki-Alcock, gemaakt op 8 mei op de sterrenwacht van het Jet Propulsion Laboratory in Californië. De kern van de komeet is maar ongeveer 1 kilometer in doorsnede. De hele wolk rond de komeet was ongeveer zo groot als de Aarde. Foto JPL



Polaroid bril openbaart natuurgeheimen

Albert Tramper en Gerard van Eijk
Siso kode 536

Alle foto's, tenzij anders vermeld, Albert Tramper

De natuur ziet er door een polaroid zonnebril vaak anders uit dan we gewend zijn. Spiegelbeelden en regenbogen kunnen we laten verdwijnen en kleuren laten verschijnen. Dat heeft te maken met de polarisatie van het licht om ons heen. Weten we eenmaal waar we op moeten letten, dan blijkt de polaroid bril allerlei verrassingen aan het licht te brengen.

We gaan in gedachten een hele dag op stap om in onze omgeving te letten op gepolariseerde lichtverschijnselen. Onze dag begint met een wandeling in de vroege morgen. Het belooft een mooie dag te worden; de lucht kleurt prachtig blauw. Aan de horizon tekenen zich enkele wolkjes af. Het is mooi weer om met een polaroid zonnebril op stap te gaan. Als voorzetglazen is zo'n bril al voor een klein bedrag te koop.

Als de Zon al wat hoger aan de hemel geklommen is, lopen we juist langs een meer of een grote plas. We zien het zonlicht weerkaatsen op het water. Over een groot deel van het meer ligt een wit tapijt van licht; het schittert in onze ogen. Zetten we de polaroid zonnebril op of houden we deze gewoon voor onze ogen, dan kunnen we het grootste deel van dit weerkaatste licht wegfilteren. Op zich is dit nog niet zo verwonderlijk; zonnebrillen zijn immers gemaakt om een teveel aan licht tegen te houden. Dat er met een polaroid zonnebril meer aan de hand is, blijkt als we ons hoofd schuin houden of de bril een kwart slag draaien: het weerkaatste zonlicht wordt opeens weer zichtbaar.

Glanzende vlakken

Langs het meer loopt een asfaltweg. Over het asfalt ligt een witte glans doordat de Zon precies recht over de weg schijnt. Met de polaroid kunnen we ook deze glans wegnemen. Maar ook nu wordt de glans weer zichtbaar als we de zonnebril een kwart slag draaien. Blijkbaar is de stand belangrijk. In normale stand, zoals we de zonnebril op hebben, worden de schitteringen van het water en de glans van de asfaltweg weggenomen. Houden we de zonnebril loodrecht op die stand, dan zien we de schitteringen en de glans juist maximaal.

We gaan verder met onze verkenning, op zoek naar andere lichtverschijnselen waarbij dit eenvoudige proefje ook lukt. Even verderop staan een paar huizen. De ruiten weerkaatsen het licht. We kijken door de polaroid zonnebril en draaien deze rond in het vlak van de brilleglazen. Beurtelings zien we nu het weerkaatste licht uitdoven en maximaal worden. We moeten hierbij niet té schuin in de ruit kijken. Als we de zonnebril op zijn kant houden, blijken we veel beter door de ruiten heen te kunnen kijken. Zonder zonnebril worden we hierbij gehinderd door het licht dat door de ruiten weerkaatst wordt.

Ook de daken van de huizen hebben een glans die we met de polaroid zonnebril weg kunnen nemen. Het dak van het huis wordt dan zwarter (of roder) van kleur: de witte glans erover is weggenomen. Bij de asfaltweg hebben we dit ook kunnen zien.

Het gras van een weiland en de bladeren aan de bomen vertonen eveneens die witte glans. Met de polaroid zonnebril kunnen we de glans wegnemen en we zien dan de kleur van het gras sprekender naar voren komen.

Om de glans van de daken van de huizen of het weerkaatste licht in de ruiten uit te doven bleken we de polaroid zonnebril niet in zijn normale stand te moeten houden, maar anders georiënteerd.





In dunne cirrusbewolking zien we soms aan weerszijden van de Zon een heldere vlek optreden die de kleuren van de regenboog vertoont, maar dan in omgekeerde volgorde. Die vlekken noemt men bijzonnen. Pas in 1977 werd ontdekt dat het licht van de bijzonnen gepolariseerd is. Dat verschijnsel is nog nauwelijks gefotografeerd. Deze opnamen, gemaakt met een polarisatiefilter dat na het maken van de eerste opname een kwart slag werd gedraaid, laten zien dat de bijzon iets van plaats lijkt te verspringen. Let daarbij op de struktuur van de cirrus en de afstand tot de mast. Dat verspringen is het gevolg van de polarisatie.

Dit was nodig omdat de daken en de ruiten anders georiënteerd zijn dan het meer of de asfaltweg. Bij een auto kunnen we dit verschijnsel goed bekijken. Staan we schuin voor de auto, dan kunnen we kijkend door de polaroid zonnebril de glans van een bepaald deel van de auto weghalen. Als we de zonnebril ronddraaien, zien we dat beurtelings de glans van de zijkant, voorruit en bovenkant van de auto wordt weggenomen, afhankelijk van de stand van de zonnebril.
Er valt ons meer op als we de voorruit van de auto nog eens goed bekijken; er verschijnen gekleurde vlekken in de voorruit! Van binnen uit de auto is het verschijnsel, dat met dubbele breking te maken heeft, ook in de autoruit goed te zien. Dit verschijnsel vinden we niet bij elke auto. De dubbele of meervoudige breking heeft een hele reeks van effekten tot gevolg. We zullen daar over enige tijd nog eens op terugkomen.




Een regenboog is sterk gepolariseerd. Links een gewone opname van een regenboog. Met een polarisatiefilter kunnen we de regenboog bijna helemaal laten verdwijnen, zoals rechts blijkt.

Aan de slag met de kamera

De verschillen in de wereld zoals we die zien met en zonder een polaroid zonnebril, nodigen uit om te worden vastgelegd. Naderhand kunnen we dan ge-

Bij weerkaatsing aan een voorwerp wordt licht gepolariseerd. Dat is heel goed aan spiegelingen te zien. Daardoor kan het Ola-vlaggetje dat we boven in de ruit weerspiegeld zien, met een polaroid zonnebril helemaal uitgedoofd worden, zoals onder blijkt. ▼





▼ **Licht dat door een wateroppervlak wordt weerkaatst, is altijd gepolariseerd. Zonder polaroid bril kunnen we nauwelijks in het water kijken (boven), terwijl met bril opeens veel meer onder water te zien is (beneden).**




makkelijker de verschillen in de situaties vergelijken. Om de verschijnselen te fotograferen of te filmen is het niet nodig een duur polarisatiefilter aan te schaffen. Een eenvoudig polaroid plaatje of onze polaroid zonnebril voldoet bijna net zo goed. Een wat bruinige tint moeten we dan maar voor lief nemen. Erg fraai kunnen de resultaten zijn langs de waterkant.
Tot nu toe hebben we steeds gekeken naar wat er op de grond te ontdekken viel. We zullen onze blik daarom nu eens naar boven richten. Als we door de polaroid zonnebril naar een stukje blauwe lucht kijken, zullen we een intensiteitsverandering opmerken zodra we de zonnebril rond gaan draaien. Het licht van de blauwe lucht is ook gepolariseerd! Veel fotografen maken gebruik van dit verschijnsel en gebruiken een polarisatiefilter om wolken beter te laten uitkomen tegen een mooie, blauwe lucht. Het filter of de zonnebril wordt dan zo georiënteerd dat de lucht zo donker mogelijk kleurt; het licht van de lucht wordt iets uitgedoofd, dat van de wolken vrijwel niet. Hierdoor ontstaat een verhoogd kontrast tussen de blauwe lucht en de wolken. Het kontrast kan zelfs helemaal omslaan! Zonder een polarisatiefilter of polaroid zonnebril zien we een grijsachtige wolk tegen een lichtblauwe achtergrond; met gebruik van het filter zien we dan juist een witte wolk tegen een donkerblauwe achtergrond. Vooral bij een laagstaande Zon lukt het goed, als we tenminste op 90 graden van de Zon kijken.

Bijzonnen en een kring rond de Zon

We vervolgen ons pad. Er is inmiddels wat dunne, hoge bewolking komen opzetten, cirrostratus. Er verschijnt een kring rond de Zon, in de regel een voorteken van slecht weer. Aan weerszijden van de Zon, even buiten de kring, zijn heldere vlekken zichtbaar: de bijzonnen. De bijzonnen en de kring behoren tot de zogenaamde halo-verschijnselen en ze ontstaan door breking en terugkaatsing van het zonlicht in de ijskristallen van de cirruswolken. Bekijken we zo'n bijzon door een polaroid zonnebril en draaien we de bril weer rond, dan zien we de bijzon een heel klein beetje heen en weer schuiven. Dit is een wel heel bijzonder polarisatie-effekt! Dit verschijnsel is pas in 1977 voor het eerst opgemerkt.
De genoemde kring en de bijzonnen vonden we op een hoekafstand van ongeveer 22 graden van de Zon. Deze hoekafstand komt ongeveer overeen met de hoekafstand tussen de pink en de duim bij gestrekte arm en vingers.
De kring zelf is, net als nog een aantal andere halo-verschijnselen, ook gepolariseerd, maar zonder extra hulpmiddelen is dit niet waar te nemen.

Een regenboog laten verdwijnen

De kring bleek inderdaad slecht weer aan te kondigen: er volgde een flinke zomerse bui. Als de laatste regendruppels nog vallen, besluiten we onze tocht voort te zetten. In het westen staat de Zon niet meer zo hoog boven de horizon. Tegenover de Zon verschijnt in de wegtrekkende bui een regenboog. Als we eens een regenboog zien, moeten we niet verzuimen die met de polaroid zonnebril te bekijken. Draaien we de zonnebril, dan blijkt bij een bepaalde stand van de bril een deel van de regenboog bijna helemaal te verdwijnen. Het licht van de regenboog is gepolariseerd. Ook de bij-regenboog, die we net even buiten de hoofdregenboog waarnemen, blijkt gepolariseerd te zijn. De polarisatie van de regenboog is ontdekt in 1811.
Na de regenbui zijn alle voorwerpen in onze omgeving flink nat geworden. Over alles ligt nu een sterke glans. Die glans is nu veel sterker dan toen het nog droog was. Het licht van de daken van de huizen, de asfaltweg, de bladeren aan de bomen en het gras is na de regenbui nog sterker gepolariseerd.

Polarisatie zien zonder bril

Tot nu toe hebben we steeds een polaroid zonnebril gebruikt om polarisatie vast te stellen. De Oostenrijkse onderzoeker Haidinger ontdekte (in de vorige eeuw) dat we ook zonder hulpmiddelen polarisatie kunnen waarnemen. Als we namelijk naar gepolariseerd licht kijken, verschijnen er gelige vlekjes op het netvlies van het oog. In niet of nauwelijks gepolariseerd licht zijn deze vlekjes niet te zien. Deze gele vlekjes worden de bundels van Haidinger genoemd.
Om de bundels van Haidinger te leren zien, kunnen we het beste weer door de polaroid zonnebril kijken; we zien dan namelijk volledig gepolariseerd licht. Het effekt is dan het sterkst. Draaien we de zonnebril, dan gaan de gele vlekjes meedraaien. Met wat geduld kunnen we ze ontdekken. Weten we eenmaal hoe de bundels van Haidinger er uit zien, dan kunnen we ook proberen om ze bijvoorbeeld bij de blauwe lucht te zien. De blauwe lucht is vooral op 90 graden van de Zon sterk gepolariseerd. Ook in een ruit die het licht weerkaatst, zijn de bundels van Haidinger te ontdekken.

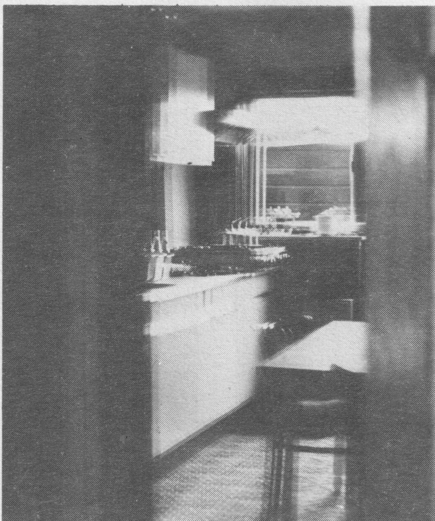
Polarisatie heeft een richting

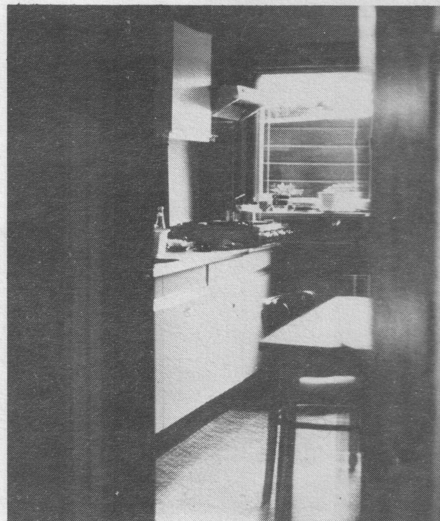
We hebben gezien dat we de polaroid zonnebril steeds in een bepaalde stand moesten houden om de verschijnselen goed waar te nemen. Polarisatie is aan richting gebonden. We hebben gemerkt dat we bij weerkaatst licht tegen horizontale vlakken (de weg en het gras) de



Een hinderlijk verschijnsel voor veel automobilisten zijn deze vlekken in de voorruit. Ze ontstaan door dubbele breking in de autoruit en worden met een polaroid zonnebril pas zichtbaar.

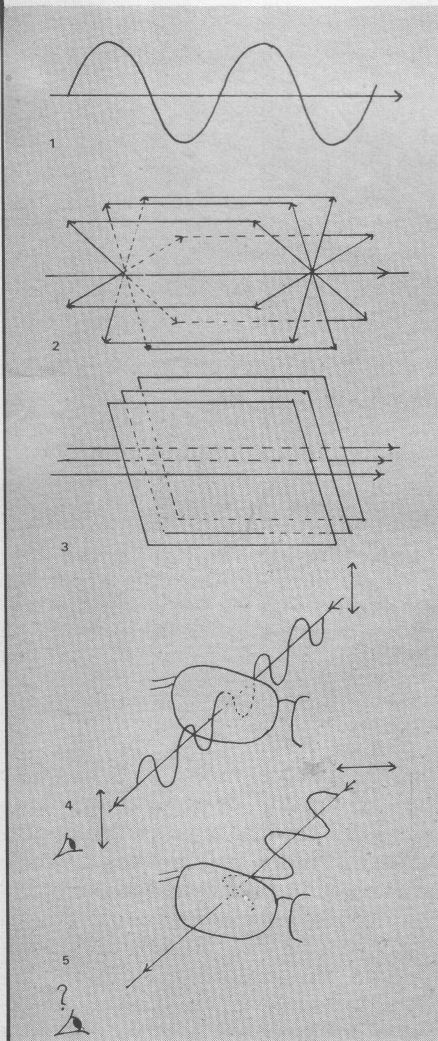
Weerspiegeling in een spiegel van dik glas geeft door meervoudige breking en weerkaatsing extra spiegelbeelden die gepolariseerd zijn. Dat blijkt wanneer door een polarisatiefilter wordt gefotografeerd en slechts één spiegelbeeld overblijft, terwijl ook de glans van de vloer verandert. Foto's Gerard van Eijk





Wat is polarisatie?

Licht kunnen we opvatten als een transversale golf (zie 1). Dat is een golfbeweging die loodrecht staat op de voortplantingsrichting van het licht. Een transversale golf ontstaat ook wanneer men een lang touw dat op de grond ligt, laat golven door het begin op en neer te bewegen. Transversale golven van het licht kunnen in alle richtingen loodrecht op de voortplantingsrichting bewegen (zie 2). We spreken nu van gepolariseerd licht wanneer een overheersend aantal lichtgolven in één richting is georiënteerd (zie 3).
Een polarisatiefilter laat slechts lichtgolven maximaal door die in één richting zijn georiënteerd. Deze richting noemen we de doorlaatrichting van het filter.
De doorlaatrichting van een polaroid zonnebril is vertikaal, zodat horizontaal georiënteerde lichtgolven worden tegengehouden (zie 4 en 5).
Na weerkaatsing ontstaat veelal gepolariseerd licht met een oriëntatierichting evenwijdig aan het vlak waartegen de weerkaatsing plaats vindt. Dit komt doordat de lichtgolven met een oriëntatierichting loodrecht op het vlak voor een groot deel door het materiaal geabsorbeerd worden.
Op het aardoppervlak zijn de meeste vlakken horizontaal (meren, wegen, graslanden). De polaroid zonnebril is dan ook zo gemaakt dat hij het gepolariseerde licht, afkomstig van weerkaatsing op horizontale vlakken, tegenhoudt. Met andere woorden, de bril houdt in normale stand gepolariseerd licht met horizontale oriëntatie tegen.



Verstrooiing van licht

De polarisatie van de blauwe lucht ontstaat door de verstrooiing van het zonlicht door de luchtmolekulen. We kunnen dit met een eenvoudig proefje nabootsen. Hiervoor hebben we een glas water nodig. Daarin doen we één of twee druppeltjes melk. We richten dan een zaklamp op de zijkant van het glas. Met de polaroid zonnebril kunnen we rondom naar het glas kijken. Als we steeds de zonnebril rond draaien, zien we hetzelfde gebeuren als wanneer we naar de blauwe lucht zouden kijken. Op 90 graden van de zaklamp vinden we de sterkste polarisatie, in de richting van de lamp of in tegengestelde richting vinden we geen polarisatie. Dat is met het blauw van de hemel ten opzichte van de Zon precies zo.

Fotograferen

De foto's bij dit artikel zijn uiteraard allemaal met een polarisatiefilter gemaakt. Zo'n filter laat via de kamera zien wat we met de zonnebril rechtstreeks kunnen konstateren. Door aan het filter op de kamera te draaien, zien we via de zoeker van de kamera het beeld veranderen, tenminste als er gepolariseerd licht is. Het filter werkt op dezelfde manier als de polaroid zonnebril. Alleen weten we van de zonnebril dat hij in horizontale stand lichtgolven die in horizontale richting gepolariseerd zijn, maximaal tegenhoudt. Wanneer we de zonnebril een kwart slag draaien, laat hij die golven dus door. Op een filter staat geen oriëntatie aangegeven. Om polarisatieverschijnselen te fotograferen, moeten we (zoals in het artikel te zien is) steeds twee opnamen maken, één met het gepolariseerde licht maximaal weergegeven en één met het gepolariseerde licht zo veel mogelijk onderschept. Het gaat immers om de verschillen. Het fotograferen ervan bereiken we door aan het filter op onze kamera te draaien en de maximale en minimale uitdoving op te zoeken. U zou daarbij een merktekentje op de filtervatting en op de kamera kunnen aanbrengen, om bijvoorbeeld de "horizontale" stand van het filter te markeren. Voor het maken van de vergelijkingsopname hoeft u het filter dan alleen maar een kwart slag te draaien.
Het gebruik van een polarisatiefilter geeft bij fotograferen in kleur de duidelijkste resultaten, omdat er vaak kleuren in het spel zijn. In zwart-wit werkt het filter natuurlijk net zo goed en heel wat verschijnselen zijn in zwart-wit ook even duidelijk. Voor sommige effekten, zoals het verhogen van het kontrast van de lucht, kunnen we echter ook gewone kleurfilters (zoals geel-, oranje- en roodfilters) gebruiken, die met polarisatie niets te maken hebben. Die filters hebben uiteraard alleen zin bij zwart-wit fotografie.

zonnebril normaal voor onze ogen moesten houden. Bij vertikale vlakken, zoals ramen, moesten we de zonnebril juist op zijn kant houden om de weerspiegeling tegen te houden. Bij een egale belichting van een vlak blijkt de polarisatierichting steeds evenwijdig aan het vlak te zijn.
Ook de blauwe lucht heeft zijn polarisatierichting. De richting loopt namelijk in cirkels rond de Zon. Met de polaroid zonnebril kunnen we dat kontroleren. We moeten dan kijken hoe we de zonnebril moeten houden om de lucht zo donker mogelijk blauw te zien. Als we al kijkend door de zonnebril een grote cirkel rond de Zon beschrijven, blijkt dat we de zonnebril steeds mee moeten draaien met die cirkel om de lucht zo donker mogelijk blauw te blijven zien.
De Noormannen waren van dat effekt al op de hoogte en gebruikten het voor hun navigatie op zee. Hierbij gebruikten ze een kristal als hulpmiddel. Dat werkte net zo als de bekende polarisatieroos. Die bestaat uit een doorzichtige schijf die in segmenten opgedeeld is. Bij het ronddraaien tegen de lucht veranderen de segmenten van kleur. Omdat ook hier dubbelbreking een rol speelt, komen we in het later te verschijnen artikel op de polarisatieroos terug.
Ook de bundels van Haidinger geven de polarisatierichting aan. We hebben dus een ingebouwd hemelkompas.

De nacht in

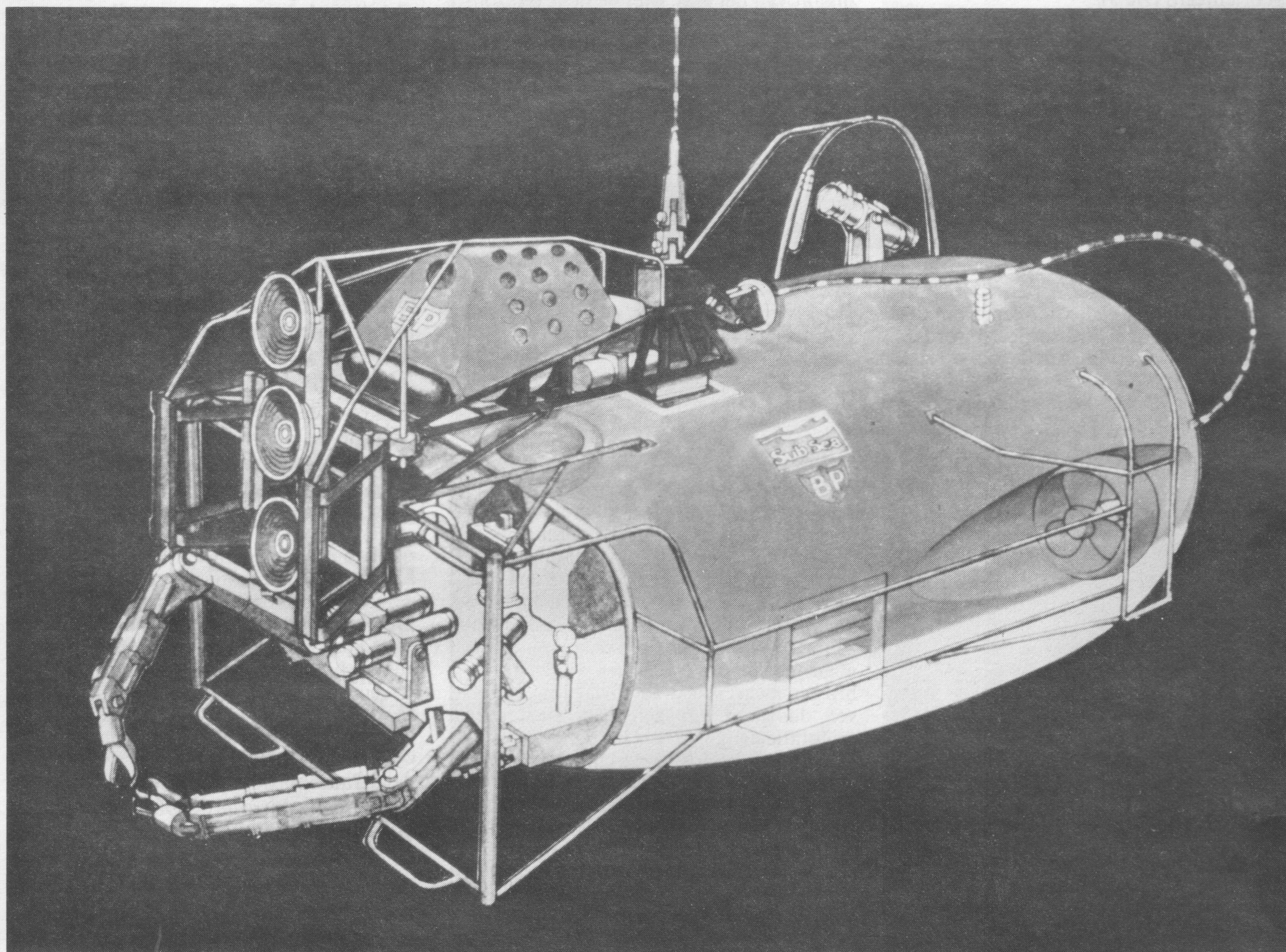
De Zon is nu inmiddels onder gegaan en het landschap wordt verlicht door een helder schijnende Maan. Ook nu is er nog gepolariseerd licht waar te nemen. Zo is bijvoorbeeld het licht van een lantaarn of van de Maan dat door de straat of door een ruit weerkaatst wordt, gepolariseerd. De hoek met het vlak waaronder het licht weerkaatst wordt, mag niet te klein zijn, omdat anders de polarisatie nauwelijks waarneembaar is.
Het maanlicht zelf is ook gepolariseerd, dit in tegenstelling tot het zonlicht. Het maanlicht is namelijk weerkaatst zonlicht. Rechtstreeks door een lichtbron uitgezonden licht is niet gepolariseerd. Het licht van de sterren is daarom op zich ook niet gepolariseerd. Al in 1809 werd ontdekt dat het maanlicht gepolariseerd is.
Onze dag is ten einde; we hebben veel nieuwe dingen ontdekt. Toch is er nog veel meer te ontdekken. We willen dan ook het boek "Gepolariseerd licht in de natuur" van dr.G.P.Können van harte aanbevelen. Dat boek zit in onze Lezersservice; bestelnummer en prijs vindt u op de pagina's van de Lezersservice.

Zijn pijpleidingen door de Noordzee wel veilig?

Dr.S.J.de Groot

Siso kode 643.4

Eind vorig jaar kwam in IJmuiden onze eerste Noordzee-olie aan land. Het olieveld waaruit de olie afkomstig is, ligt in het kustgebied ten westen van Den Helder. Hiervandaan wordt de olie via een pijpleiding naar IJmuiden getransporteerd. Gas-transportleidingen liggen er al vele jaren in ons deel van de Noordzee. Zo langzamerhand een waar netwerk. In dit artikel gaan we in op de vraag of er gevaren zitten aan al die pijpleidingen.



Voor het inspekteren van pijpleidingen en het verrichten van werkzaamheden is in Engeland dit duikbootje in ontwikkeling. Het eenpersoons vaartuigje staat bekend onder de aanduiding MMIM. Gewoonlijk is het met een kabel aan het moederschip bevestigd, maar het kan zelfstandig dalen en stijgen. Foto LPS

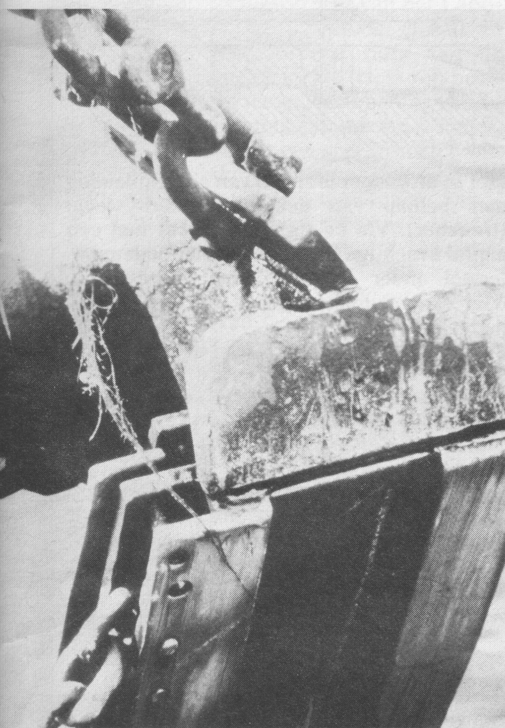
Er bestaan veel misverstanden over pijpleidingen in zee. Vaak wordt er een rechtstreekse bedreiging in gezien. Dat is onterecht. Door ons land loopt een groot aantal pijpleidingen, waar allerlei stoffen doorheen worden gepompt. Als we beseffen hoe weinig ongelukken daarbij gebeuren, zal duidelijk zijn dat dit een veilige manier van transport is, veel veiliger dan wegtransport. Er zijn plannen om het buisleidingennet in Nederland in de nabije toekomst zelfs nog uit te breiden. Men wil op deze manier onder andere steenkoolslurrie van de zeehavens naar het Roergebied en petrochemische produkten van het Sloegebied bij Vlissingen naar het achterland gaan transporteren. Ook wil men het aantal leidingen tussen IJmond en Rijnmond gaan uitbreiden. Verder wordt gedacht aan het vervoer van vaste stoffen via buisleidingen, verpakt in kapsules.

Buigzame pijpen

Een pijpleiding die in de zeebodem moet worden gelegd, bestaat meestal uit een stalen buis die van een mantel (een coating) is voorzien, om hem te beschermen tegen roest en mechanische beschadiging. Deze mantel heeft daarnaast nóg een minstens zo belangrijke funktie, namelijk de pijpleiding het nodige extra gewicht te geven om opdrijven te verhinderen. In het begin van de jaren zeventig, toen het leggen van pijpleidingen in de Noordzee nog in de kinderschoenen stond, werd op het land in speciale fabrieken een mengsel van beton en ijzererts om de pijpleidingstukken aangebracht. Eerst werden deze

stukken, pijpsegmenten genoemd, gezandstraald en daarna bekleed met een bitum-achtige deklaag. Ook werd wel kippegaas om de pijpleiding gewikkeld of fijne stalen naaldjes aan de specie toegevoegd. De mantel werd hierdoor extra stevig gemaakt tegen mechanische beschadigingen. Een laag van 5 à 7 centimeter dikte werd zo op de pijp aangebracht. De technische ontwikkelingen hebben echter niet stilgestaan. Momenteel worden hele stalen kooien in de mantel opgenomen. Deze zijn gemaakt uit stalen stangen met een doorsnede van 8 millimeter in de lengterichting van de pijp. Hieromheen wordt spiraalsgewijs dik staaldraad gewikkeld. De kruispunten worden aan elkaar gelast.
In het ommantelen van pijpleidingen met beton schuilt een gevaar, doordat

Een boomkorslof van onderaf gezien. De scherpe rand kan de pijpleidingen en telefoonkabels ernstig beschadigen.



het de buigzaamheid sterk vermindert. De stijfheid van de leiding zal toenemen naarmate meer pijpsegmenten aan elkaar worden gelast. Op de lasnaden ontbreekt de betonnen mantel echter. Nadat de delen van de pijpleiding met elkaar zijn verbonden, worden de verbindingen met somastic dichtgesmeerd. Hiertoe wordt eerst een lichtmetalen mantel aangebracht die als gietmal fungeert. Door deze verbinding ontstaat er een zekere buigzaamheid. Voor leidingen met een doorsnede van meer dan 40 cm is dit echter onvoldoende. Bij de zwaardere pijpleidingen (90 à 110 cm) worden om de meter gleuven in de betonnen mantel aangebracht. De leiding moet namelijk kunnen buigen om te kunnen worden gelegd. Anders zouden al zware beschadigingen ontstaan bij het verlaten van de pijpenlegger (de lay-barge).

Het leggen van de pijpen

Er zijn verschillende methoden om pijpen te leggen. De meest gebruikelijke zijn: de bottompull-methode, de pijpenlegger (lay-barge) en de reel-barge. De bottompull-methode wordt meestal in ondiep water toegepast. De methode gaat uit van een leiding die op het land is gereedgemaakt en die als één geheel in zee wordt getrokken. De vele kilometers lange pijp wordt daarna naar de lokatie gesleept. Bij Callandtsoog is deze methode een aantal jaren geleden toegepast. Ook in zeer ondiep water kan de bottompull-methode worden gebruikt.
Het leggen vanaf een pijpenlegger is de meest gebruikelijke methode. De pijpenlegger fungeert als een pijpleidingfabriek waar de twaalf meter lange pijpsegmenten aan elkaar worden gelast. De pijpsegmenten zijn van tevoren van een mantel voorzien. Voor het aan elkaar lassen zijn vijf tot elf lasstations aan boord. De lassen worden met röntgen-apparatuur gekontroleerd voordat de uiteinden worden bekleed. Elke keer als een bewerking is uitgevoerd, trekt de pijpenlegger zichzelf aan zijn ankerkabels naar voren. De pijp glijdt hierbij via de "stinger" (letterlijk: angel) naar de bodem. De pijpleiding buigt tijdens het naar de bodem zakken tweemaal, eenmaal bij het verlaten van de pijpenlegger en eenmaal als hij op de bodem komt. In ondiep water is geen ondersteuning van een stinger nodig. Tijdens ruwe zee kan de stinger echter gemakkelijk beschadigen en daarmee dus ook de pijpleiding. Er is zelfs een scharnierende stinger ontworpen om de pijpleiding voorzichtiger te kunnen behandelen. Neemt de werking van de golven en de wind toe boven het toelaatbare, dan wordt de pijpleiding tijdelijk afgezonken naar de bodem. Deze

Een 40 cm pijpleiding met alleen een kunststofommanteling. Dit biedt geen enkele bescherming tegen vistuigen. De coating is geheel gescheurd en roestvorming treedt al spoedig daarna op.



operatie kan zeer nadelig zijn voor de betonnen mantel. Het staal van de leiding op zich is flexibel genoeg. Pijpenleggers kunnen worden toegepast tot op een diepte van cirka 200 meter.
De reel-barge methode, ook wel haspelmethode genoemd, wordt alleen toegepast bij het leggen van pijpleidingen met een kleine diameter, die niet zijn voorzien van een ommanteling. Een klassiek voorbeeld is de "Pluto"-pijpleiding die in 1944 door de geallieerden vanuit Engeland naar het strand van Normandië werd gelegd. In Nederland is deze methode voor het leggen van een rioolpijp voor het Reaktorcentrum Nederland toegepast.

Het ingraven van pijpleidingen

Voor het ingraven van pijpleidingen staan verschillende methodes ter beschikking: baggeren, ploegen, springen en inspuiten. Bij baggeren is het mogelijk om in een zandige bodem met sleephopperzuigers geulen te baggeren waarin de pijpleiding kan worden gelegd. Een nadeel van deze methode is, dat deze slechts kan worden toegepast tot een diepte van 35 meter (het maximale bereik van een hopperzuiger). Voorts kan de geul al met zand dichtslibben voordat de pijp is gelegd. In gebieden waar weinig zandtransport optreedt blijft de geul voldoende lang open. Dit is de reden, waarom deze methode voornamelijk bij het leggen van kortere leidingen in de kustwateren wordt toegepast. Het inploegen van leidingen is een recent ontwikkelde techniek die geschikt is voor het leggen van korte leidingen in een zachte bodem. De methode kan goed worden gekombineerd met de bottompull-methode. De sleuf voor de pijpleiding is smal, wat voordelen heeft ten aanzien van aantasting van de zeebodem. Met deze methode heeft men een bestaande leiding weten in te graven over een lengte van 37 kilometer.
Een methode die niet van belang is voor de Noordzee, is het maken van een sleuf in de harde ondergrond met behulp van springstof. Het is een kostbare methode die alleen in de uiterste noodzaak wordt toegepast, bijvoorbeeld bij het aanlanden van de pijpleiding op een rotsachtige kust met intensief scheepvaartverkeer.

Het spuiten van pijpleidinggeulen

Het inspuiten van pijpleidingen ("jetting") is de meest toegepaste methode om pijpleidingen in te graven. Er zijn vele varianten, maar het basisprincipe bestaat uit een zadelvormige konstruktie die over de bovenkant van de pijpleiding wordt geplaatst (de "trencher").

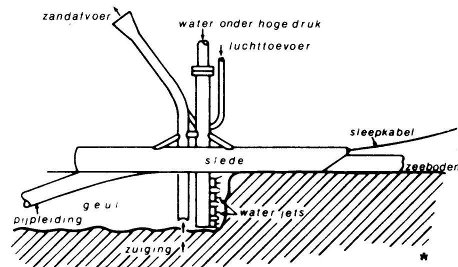
De trencher is voorzien van een roterende cutterkop of van waterspuitstukken, al naar gelang van de bodemstruktuur. Het apparaat wordt langs de pijpleiding getrokken. Het weggegraven materiaal wordt via buizen afgezogen en naar de zijkant weggespoten, waarna het door de waterstroming wordt verspreid. Er ontstaat hierdoor wel een tijdelijke vertroebeling in het water. De trencher weegt 30 tot 50 ton. Dit gewicht kan onder water aanzienlijk worden teruggebracht met behulp van ballasttanks. De afmetingen zijn echter niet terug te brengen, waardoor het soms moeilijk is het apparaat te bedienen zonder de mantel van de pijp te beschadigen, vooral bij sterke waterstroming. Ook kunnen de waterstralen vanuit de spuitstukken al gescheurd beton van de mantel verder doen scheuren en zelfs wegspuiten. Bestaat de bodem uit losgepakt materiaal zoals zand, dan zal de gegraven sleuf zich meestal weer opvullen. Hierdoor wordt de pijpleiding niet op de gewenste diepte gebracht. Het is dan noodzakelijk om, met alle daaraan verbonden risiko's, het karwei nog eens te herhalen.De methode is zeer geschikt voor een klei-achtige bodem. In een zeer modderige bodem is ingraven meestal niet nodig; de pijpleiding zal door zijn eigen gewicht wegzakken. Een andere variant, de fluidisatie-methode, verschilt volledig van de vorige. Hierbij wordt de bodem niet verwijderd, maar tijdelijk veranderd in een dikke vloeistof. Er wordt een soort drijfzand gemaakt doordat de hoeveelheid water in de bodem wordt verhoogd. De bodem bedekt de pijpleiding hierbij onmiddellijk. Voor pijpleidingen met een kleine diameter is dit een zeer geschikte methode.

Kontrole van gelegde pijpen.

De overheden van de landen waar pijpleidingen worden gelegd, hebben voorschriften gemaakt voor de ingraafdiepte, de veiligheidseisen en het gebruik. Daarnaast zijn de maatschappijen die pijpleidingen leggen of exploiteren, verantwoordelijk voor het goed funktioneren van deze leidingen. Dat heeft een tak van wetenschap doen ontstaan die zich bezighoudt met het wel en wee van de pijpleidingen. Leidingen kunnen visueel worden geinspekteerd met duikers of tv-kamera's, of met akoestische methoden (via geluidssignalen). Het menselijk oog is een uitstekend gereedschap, maar zonder hulpmiddelen kan de mens een pijpleiding op de zeebodem moeilijk bereiken. Bemande onderwatervaartuigen zijn effektiever dan duikers bij het vaststellen van onregelmatigheden. Dit kan variëren van het vaststellen van de hoeveelheid verloren beton van de mantel tot de inwerking van roest, beschadigingen aan de pijpleidingen en vrije overspanningen. Dat laatste wil zeggen dat de pijp over bepaalde delen van de bodem vrij ligt. Allerlei akoestische systemen worden gebruikt, zoals sonar, subbottom profiling en echolood. De side scan sonar geeft goede en nauwkeurige informatie over de ligging van niet ingegraven pijpleidingen. Behalve kontrole aan de buitenzijde van de pijp, wordt ook van binnenuit nagegaan of er korrosie, deuken of andere beschadigingen aanwezig zijn. Deze kontrole geschiedt met apparatuur ("pigs") die door de buizen wordt gestuurd.

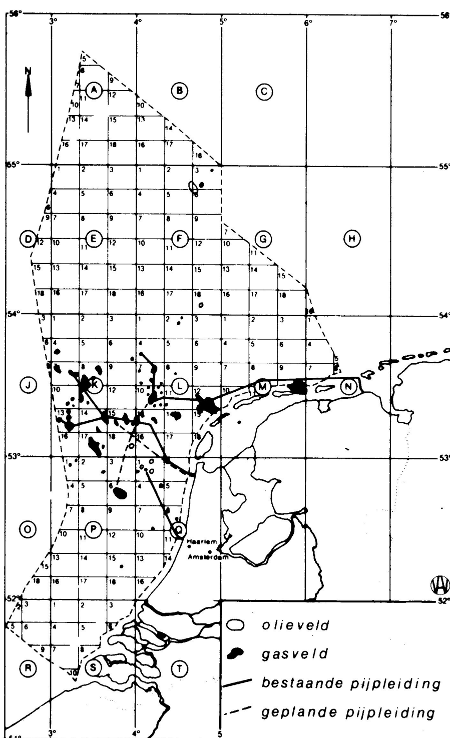
Beschermlaag aanbrengen

Het ingraven, zoals voorgeschreven door de overheid, is niet altijd even suksesvol. Zolang de pijp zich voldoende onder het bodemoppervlak bevindt, worden meestal geen extra maatregelen voorgeschreven. De reden is, dat het opnieuw ingraven risiko's voor de pijp met zich mee kan brengen. De moderne pijpleidingen, die sinds het eind van de jaren zeventig zijn gelegd, kunnen op-

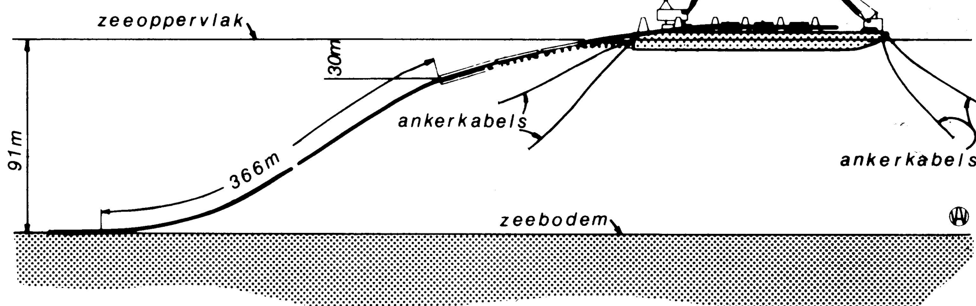


Het in de bodem brengen van een pijpleiding met behulp van een waterstraalsysteem (trencher). Via de waterjets wordt met een aantal krachtige waterstralen het bodemmateriaal onder de pijpleiding weggespoten. Met een afzuigbuis wordt het losgespoten materiaal verwijderd.

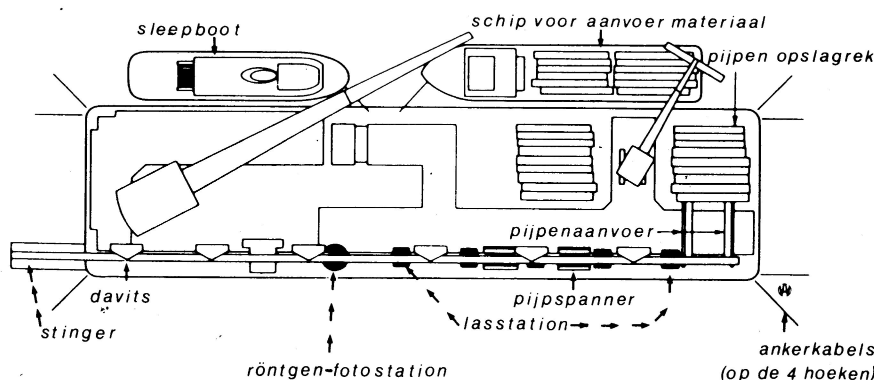
Het Nederlands deel van het Kontinentaal Plat met de ligging van de belangrijkste olie- en gasvelden en bestaande en geplande pijpleidingen.



Een pijpenlegger in aktie. De pijpleiding buigt tijdens het leggen twee maal.



Bovenaanzicht van een pijpenlegger. Het aantal lasstations kan van vijf tot elf variëren.

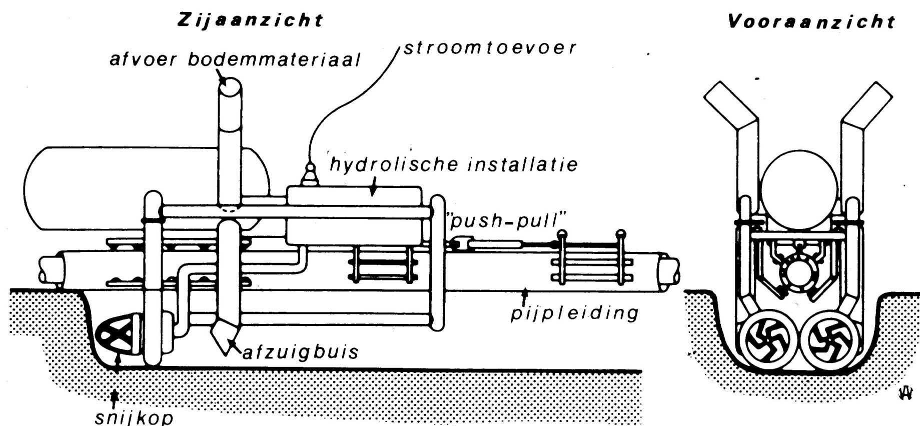


nieuw worden ingespoten. Ingravingseisen, zoals bijvoorbeeld in Duitsland (vier meter van het bodemoppervlak tot de onderkant van de pijp) bij kruisingen met scheepvaartroutes, zijn nauwelijks te realiseren. Er bestaan echter ook andere middelen om de pijpleiding van de nodige dekking te voorzien. Zo kan men hem begraven; er wordt dan zand gestort via een trechter die vlak boven de pijpleiding uitkomt. Dat is nodig om uitspoeling te voorkomen. Deze methode veroorzaakt echter wel veel verlies van zand en een tijdelijke vertroebeling van het water. Bovendien neemt hij niet de oorzaak weg dat de pijp vrij komt te liggen. Ook zijn er wel zakken zand op de pijpleiding gestort. Het beste is echter er steenslag op te dumpen. Dit moet vanzelfsprekend erg nauwkeurig gebeuren om het beoogde effekt te bereiken en om niet te veel van deze dure grondstof te verspillen. Als de betonnen mantel over grote delen ontbreekt, kunnen bovendien nog eens betonnen zadels over de pijp worden geplaatst,één per twaalf meter pijp. Het gewicht van deze zadels is ongeveer 4000 kilo. De zadels worden met spuitlansen in de bodem gebracht.

Natuurlijke risiko's

Hoewel pijpleidingen worden ontworpen naar situatie en plaats, voor een levensduur van 30 tot 40 jaar, kunnen zij toch over grote afstanden worden verplaatst, gaan drijven of knakken. Dit kan gebeuren door golven en stromingen die ontstaan tijdens zware stormen. Stromingen kunnen een pijp onderspoelen, ook als deze eerst ingegraven lag. De onderspoeling kan zo groot worden, dat het vrijliggende pijpgedeelte tengevolge van de waterbeweging gaat trillen. Door trillingen kan de mantel (al of niet reeds beschadigd) eraf vallen, waardoor het drijfvermogen van de pijp toeneemt. Hierdoor zal deze nog verder uit de bodem los komen.

Dit apparaat graaft met twee snijkoppen onder de pijpleiding een sleuf. Het losgemaakte bodemmateriaal wordt via een afzuigbuis afgevoerd.



Zowel in- als uitwendige roestvorming is een van de meest algemene en natuurlijke bedreigingen van pijpleidingen in zee. De uitwendige roestvorming kan worden teruggebracht door toepassing van verschillende coatingen, bijvoorbeeld teerachtige produkten, kunstharsen en dergelijke. Ook kan een zogenoemd kathodisch beschermingssysteem worden aangebracht door het aanbrengen van blokken zink en magnesiumanodes. De inwendige korosie kan eveneens worden onderdrukt met speciale antiroestbehandelingen of coatingen.

Menselijke invloeden

Scheepsankers vormen de ergste bedreiging voor pijpleidingen. Een geankerd schip waarvan het anker gaat krabben, kan zich achter een pijpleiding vasthaken. Dit is niet zo denkbeeldig als in aanmerking wordt genomen, dat boven de Waddeneilanden, parallel aan de scheepvaartroute, een pijpleiding ligt ingegraven. De gastransportleiding loopt 160 kilometer door de Noordzee en 18 kilometer door de Waddenzee. Bij noordwesterstorm zullen schepen in nood naar de ondiepten onder de kust drijven en hun uitgeworpen ankers hebben dan alle kans de leiding te raken. Een ander gevaar schuilt in het laten vallen van het anker. Er zijn in feite geen afdoende maatregelen te nemen om dergelijke gevaren af te weren. De normale ankers dringen één tot twee meter de bodem in. Bij een zachte bodem kan dit zelfs wel elf meter bedragen! De grootste ongelukken met pijpleidingen werden in de jaren 1953 tot 1972 in de Amerikaanse wateren veroorzaakt door krabbende ankers. De ankers van de offshore industrie zelf vormen een grotere bedreiging dan die van de handelsvaart.

Problemen met vissersnetten

De olie- en gasindustrie opereert vaak in hetzelfde gebied als de visserij. Het bleek echter, dat er onvoldoende gegevens waren om een beeld te krijgen over de gevolgen van botsingen tussen vistuigen en pijpleidingen.

Daarom werd in 1974 in Noorwegen een onderzoek begonnen waarin de Noorse staat en verscheidene oliemaatschappijen deelnamen. Dit onderzoek leidde tot een beter inzicht in de problemen en was er de oorzaak van, dat in de navolgende jaren een reeks vervolgonderzoeken plaatsvond. Aan deze onderzoekingen werd deelgenomen door zowel de Nederlandse als de Britse overheid en een aantal van de belangrijkste oliemaatschappijen en toeleveringsbedrijven voor pijpleidingcoatingen. Opvallend was de deelname van specialisten uit allerlei wetenschappen. Pijpleiding-ingenieurs, vistuigtechnici, visserijbiologen, natuurkundigen en bodemkundigen brachten hierbij hun kennis en ervaring in. Het bleek, dat de vistuigen die onderzocht werden (de bodemtrawl met rechthoekige en diverse ovale visborden en de specifiek Nederlandse boomkor) een ernstige bedreiging voor de pijpleidingen vormden. Vooral de pijpleidingen die in het begin van de jaren zeventig waren ontworpen, bleken kwetsbaar. Dit is aangetoond met berekeningen, proeven op schaalmodel in sleeptanks en proeven op volle schaal met 40 en 90 cm pijpleidingen. Met name de effekten van de boomkor zijn ernstiger naarmate een pijpleiding een kleinere diameter heeft. De krachten van het botsende vistuig zijn 25% minder, als de pijp onder een hoek van 45 graden wordt aangevist, dan wanneer deze loodrecht wordt geraakt. De betonnen mantel van de 40 cm pijpleiding (coating begin jaren '70) werd ernstig beschadigd, maar de stalen pijp bleef heel. Het vastlopen van een bordentrawl aan een pijp met vrije overspanning is onwaarschijnlijk, maar boomkorren kunnen vermoedelijk wel vastlopen op pijpen met een kleinere diameter die vrijhangen. De boomkor wordt voornamelijk in de zuidelijke Noordzee gebruikt. Dit is echter ook het gebied waar een sterke toename van het aantal olie- en gaswinningsplatforms plaatsvindt.

Intensieve bevissing

Aan de hand van het volgende rekenvoorbeeld kan een idee worden verkregen van de visserij-intensiteit. Het gemiddelde aantal boomkor-visuren in dit hele gebied is per vak van ca. 2500 km^2 (30x30 mijl) 50.000 uur per jaar. Als een vissnelheid van 7 mijl per uur wordt aangenomen en het gegeven dat met twee netten tegelijk wordt gevist, met een netopeningswijdte van 10 meter (er komen ook netten voor van 17 meter) dan wordt in het gebied 50.000 x

$7 \times 2 \times 10 = 7000\ km^2$ per jaar afgevist. Het gebied van 30x30 mijl wordt dus twee tot driemaal per jaar geheel geveegd. Dat wil zeggen, dat de gehele zuidelijke Noordzee eveneens twee tot driemaal per jaar wordt afgevist.

Verkleinen van de risiko's

Hoe kunnen de risiko's van een botsing tussen visnet en pijpleiding nu worden verkleind? Dit probleem is van twee kanten te benaderen. Aan de ene kant heeft de offshore industrie direkt gereageerd op de resultaten van het vijfjarige onderzoek, door bewapening van de betonnen mantel zeer ingrijpend te verbeteren. Deze nieuwe mantels werden getest en bleken de klappen van alle vistuigen goed te kunnen doorstaan. De verbeteringen waren zelfs zodanig, dat er van is afgezien de pijpleidingen nog in te graven. Aan de andere kant kunnen verbeteringen worden aangebracht aan het vistuig. Hierdoor worden de botsingseffekten eveneens verminderd. Tijdens proeven is gebleken, dat door de visborden af te ronden, scherpe hoeken weg te nemen en de boomkorslof van een hoepelachtige struktuur te voorzien, de krachten 20 tot 50% kunnen worden teruggebracht. Naarmate de pijpleiding kleiner wordt, laat dit zich nog gunstiger aanzien. De 30 cm en kleinere pijpleidingen tussen twee platforms, de zogenoemde "interfield leidingen", zijn kwetsbaarder dan die met een grotere diameter. Ondanks het feit, dat de aanpassingen maar gering zijn en weinig kosten, zijn er nog geen maatregelen genomen om deze in te voeren. Omdat ook telefoonkabels kwetsbaar zijn, is de PTT intussen begonnen de vissers ertoe te bewegen de boomkorsloffen aan te passen met hoepelvormige beugels. Hierdoor wordt de kans op haken, beschadigen of opvissen van telefoonkabels tegengegaan. Dit zal ook zijn nut afwerpen voor de kleinere pijpleidingen.
Voor de visserij blijken pijpleidingen en platforms, maar ook scheepswrakken grote aantrekkingskracht te bezitten omdat de vis zich rond deze obstakels gaat koncentreren. Deze onderwaterstrukturen raken begroeid met veel soorten ongewervelde dieren waarvan sommigen zeer geschikt zijn als voedsel voor vis. Voorts dienen ze als beschutting. Het is dus duidelijk, dat beide groepen van Noordzeegebruikers elkaar zo weinig mogelijk last moeten bezorgen. Voor beide gebruikers, de vissers en de oliemaatschappijen, is er ruimte genoeg als zij zich bewust zijn van elkaars belangen.

Alle tekeningen Ad Walkeuter, alle foto's dr.S.J.de Groot, tenzij anders vermeld

Rijkswaterstaat speurt naar olievlekken

G.J.van Lonkhuyzen
Siso kode 614.621

Sinds afgelopen voorjaar beschikt Rijkswaterstaat over een vliegtuigje voor het bewaken van de Noordzee. De voornaamste taak is het zoeken naar olievlekken op zee.

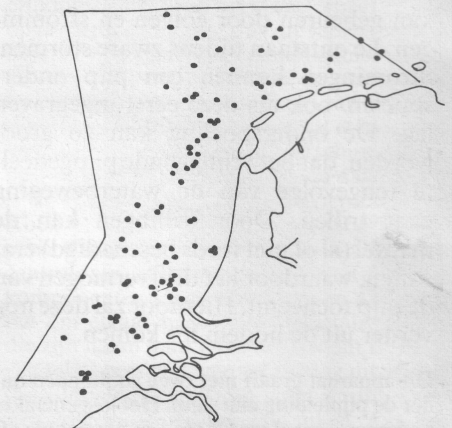


Dit is de PH-MPC van Rijkswaterstaat voor het opsporen van vervuiling in het Nederlandse deel van de Noordzee. Onder de neus van het toestel is de radar te zien. In het toestel zitten infrarood- en ultravioletscanners, een tv-monitor, een videorekorder, kamera's, een stortkoker voor het afwerpen van markeringsboeien, een komputer en apparatuur voor zeer nauwkeurige plaatsbepaling. Foto Rijkswaterstaat

Bij Martinair heeft Rijkswaterstaat een Cessna Titan 404 gehuurd. Het toestel draagt de registratie PH-MPC; die laatste letters staan voor Maritime Pollution Control. Per jaar kan het toestel 500 vlieguren maken en in feite het hele Nederlandse deel van het kontinentale plat in het oog houden.

Drie typen sensoren

Olie die op zee wordt aangetroffen is voor een kwart afkomstig van ongelukken en voor driekwart van illegale lozingen van afgewerkte machinekamerolie. De olie kan op verscheidene manieren opgespoord worden. In de PH-MPC gebeurt dat via radar, ultravioleten infraroodstraling.
De radar is een speciaal voor het opsporen van olie aangepaste zogeheten zijwaarts kijkende radar ofwel SLAR (Side Looking Airborne Radar), oorspronkelijk ontworpen voor militaire doeleinden. Met de radar van de PH-MPC, geleverd door het Zweedse bedrijf Ericsson, kan op elk moment gemiddeld 40 vierkante kilometer bekeken worden. Het grote voordeel van radar is dat men er ook 's nachts en bij slecht zicht mee kan "kijken". Dat is een belangrijk gegeven omdat het vermoeden bestaat dat de meeste illegale lozingen tijdens de nacht en bij slecht weer gebeuren. Op een radarbeeld verschijnt een olielaag als een donkere vlek: de laag kaatst weinig radarsignalen terug naar de ontvanger.
Waarnemingen op kortere golflengten (zoals infrarood en ultraviolet) hebben



Rijkswaterstaat meldt sinds enige tijd alle olievlekken die op het Nederlandse deel van de Noordzee worden gesignaleerd. Dit kaartje geeft alle meldingen van februari 1983. Naar Nieuwsbrief Noordzee 1983/2

als nadeel dat per keer een veel kleiner gebied (tot tien vierkante kilometer) wordt bestreken. De voordelen zijn de aanvullende informatie die deze golflengten opleveren. Infrarood kan helpen de dikte en de omvang van de olielaag te bepalen. De olie verraadt zich door zijn temepratuur die in de regel hoger is dan die van het omringende zeewater. In de regel is 90% van de olie gekoncentreerd in het centrum (10%)

van het zichtbare deel van de vlek. Daaruit kan vrij nauwkeurig bepaald worden hoeveel olie er op het water drijft. Met infrarood kan zowel overdag als 's nachts worden gewerkt. Registraties in het ultraviolet, die alleen overdag mogelijk zijn, maken het opsporen van dunne olielaagjes mogelijk. Bovendien kan de kombinatie van infrarood en ultraviolet uitmaken of het om olie- dan wel om koelwaterlozingen gaat.

Systematisch speuren

Tot nu toe werden olielozingen wel opgespoord, maar dat gebeurde sporadisch. De Orions van onze marine doen er wat aan, maar die vliegtuigen hebben niet die fijne apparatuur die de PH-MPC heeft gekregen. Bovendien vliegen de Orions patrouilles over een veel groter zeegebied en doen ze alleen maar aan het opsporen van olievlekken als daar gelegenheid voor is. Datzelfde geldt bijvoorbeeld ook voor de helikopters van de KLM die de verbindingen met de booreilanden onderhouden. Alleen wanneer men toevallig een olievlek opmerkt, wordt die gemeld.

Die toevallige detektie levert overigens tientallen bekeuringen per jaar op en dat is, zegt Rijkswaterstaat, maar het topje van de ijsberg. Wat 's nachts of bij slecht zicht op zee gebeurt, kon tot voor kort niet ontdekt worden. Dat is nu echter veranderd.

Rijkswaterstaat heeft ook een kontrakt met de Duitse overheid voor 75 vlieguren per jaar opsporingswerk in de Duitse wateren die aan de Nederlandse grenzen.

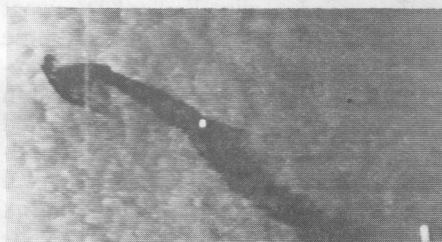
1

2

3

De infrarood- en ultravioletscanner van de PH-MPC is ontwikkeld in Zweden. Deze foto's laten voorbeelden van registraties van die scanner zien. Foto 1 biedt een gewone blik op een schip dat in 1981 bij een reeks proeven betrokken was. Achter het schip is een smal oliespoor te zien. Foto 2 geeft links de infrarood- en rechts de ultravioletregistratie van hetzelfde schip met zijn oliespoor. Het spoor steekt in het infrarood donker af door zijn hogere temperatuur ten opzichte van het zeewater. De afstand tussen de kruisjes is 200 meter. Foto 3 laat links in het infrarood en rechts in het ultraviolet hetzelfde schip zien, maar nu zonder dat het olie loost. Foto's Swedish Space Corporation

De radar van de PH-MPC is van Zweedse makelij. Dit is een opname van een olievlek voor de noordkust van Noorwegen. De opname werd tijdens een test van de radar gemaakt. De vlek is tien kilometer lang, bevat 25 ton olie en werd 24 uur na het lozen ontdekt. Olie verhoogt de oppervlaktespanning van het water, waardoor de olievlek vlakker is dan de omringende zee en minder radarsignalen naar de ontvanger weerkaatst. Daardoor ziet de vlek er donker uit. De twee witte stippen zijn echo's van schepen. Foto Ericsson



Andere taken

De PH-MPC kan meer dan alleen olievlekken vinden. Golfpatroonmetingen, verkenning van kustafslag, kontrole van betonningen, ijspatrouilles, verkeersregeling en opsporen van andere vormen van zeevervuiling (bijvoorbeeld het overboord zetten van lading), het is nu allemaal mogelijk, binnen de grenzen van de 500 jaarlijkse vlieguren. ■

Toestand van oceanen beter dan gedacht

Huub Eggen

Siso kode 568.2/570.3

Het staat er met de oceanen beter voor dan algemeen wordt aangenomen. Dat is de konklusie van een rapport dat eerder dit jaar door de milieudienst van de Verenigde Naties werd uitgebracht. Dat wil niet zeggen dat we ons geen zorgen over de wereldzeeën hoeven te maken.

De Deense professor in de oceanografie dr. Gunnar Kullenberg is voorzitter van de Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Pollution (GESAMP), een groep wetenschappers die voor het milieuprogramma van de Verenigde Naties (het UNEP) de vervuiling van de wereldzeeën onderzoekt. In een interview met The Siren, het blad van de UNEP, lichtte Kullenberg het rapport van de GESAMP toe. De werkgroep hanteert voor het beoordelen van de gesteldheid van de wereldzeeën de term "gezond". Daarmee wordt bedoeld dat wordt nagegaan hoe het met het funktioneren van de zee als systeem staat. De zee kan best wel vuil zijn, maar zolang die vervuiling niet zodanig is dat het systeem als geheel verstoord wordt, is de situatie nog niet uit de hand gelopen. De open zee is, op deze manier beschreven, inderdaad nog gezond. In de studie van de GESAMP, die de afgelopen vier jaar werd uitgevoerd, konden geen ernstige effekten op open zee worden aangetoond die het gevolg van vervuiling zouden zijn. Kullenberg voegt er onmiddellijk aan toe dat de situatie in veel kustgebieden en de zogeheten regionale zeeën, zoals de Middellandse en de Caribische Zee en het zeegebied rond de eilandengroepen in het zuidwesten van de Stille Oceaan helemaal niet zo rooskleurig is. Een belangrijk deel van alle inspanningen van de UNEP richt zich op de regionale zeeën en met name op het bewerken van de overheid van de betreffende kuststaten om een goed milieubeleid voor de zee uit te gaan voeren. In het geval van de Middellandse Zee begint dat intussen langzaam vruchten af te werpen.

Oceaan ververst kustgebieden

De kustgebieden zijn voor het leven en de voedselketen van de oceaan, en daarom indirekt ook voor de mens, van het grootste belang. Veel zeedieren worden geboren in de ondiepe kustwateren en groeien er op. Dat de kustgebieden niet nog vuiler zijn dan ze in veel gevallen nu al zijn, komt doordat ze vanuit de open zee voortdurend worden ververst. Omgekeerd betekent dat wel dat de oceaan het eindstation is voor de vervuiling die met rivierwater en afvallozingen in de kustgebieden terecht komt.

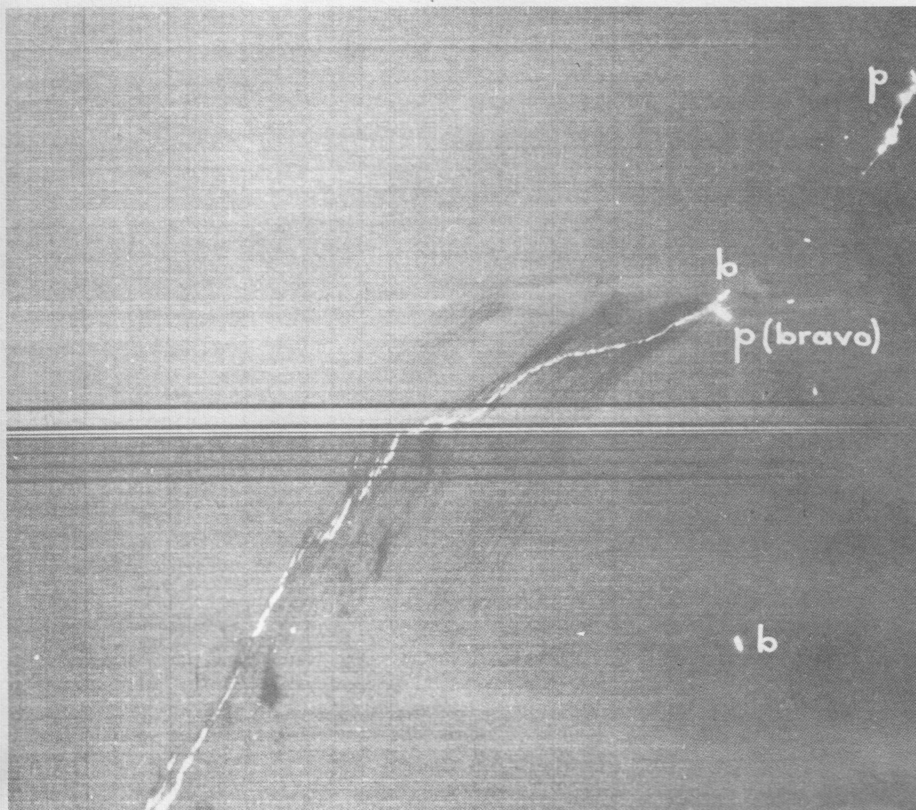
In de open oceaan worden verder allerlei verontreinigende stoffen aangetroffen die er via de lucht in terecht komen. Tot verbazing van heel wat oceanografen zijn ónder de Golfstroom in de Atlantische Oceaan drijfgassen aangetroffen. Ze zijn in het water opgelost en kennelijk in de diepte terecht gekomen. In de oceanen treft men ook tritium aan dat afkomstig is van de kernbomproeven die tot twintig jaar geleden in de dampkring werden gehouden. Tritium is met name in de diepe wateren van het noorden van de Atlantische Oceaan gekonstateerd. Ook blijkt via de lucht heel wat kwik, opgesloten in damp, in de oceaan terecht te komen. Voor een deel is dit toch een verheugende ontdekking. Hij betekent namelijk dat door milieumaatregelen het gebruik van kwik in de industrie is afgenomen en er ook minder kwik in de rivieren wordt geloosd.

Invloed van stoffen slecht bekend

Kullenberg benadrukt dat heel wat stoffen nog moeilijk te meten zijn en dat er ook onvoldoende van bekend is wat ze in de oceaan precies voor uitwerking hebben op levende organismen en op het oceaansysteem als geheel. Vaak is alleen al het meten van die stoffen heel moeilijk. Van groot belang is te weten of de vervuilende stoffen opgenomen worden in de voedselketen, of ze langs natuurlijke weg afgebroken kunnen worden of niet, en of er al schadelijke effekten van bekend zijn. Van dit standpunt uit gezien moeten volgens hem zware metalen als kwik, cadmium en vooral lood, en ook de synthetische PCB's krachtig aangepakt worden.
De vraag rijst of direkte menselijke ingrepen in het zeemilieu (bijvoorbeeld voor winning van gas, olie, zand en grind, delfstoffen en het leggen van pijpleidingen) en de visserij soms meer schade aanrichten dan de vervuilende stoffen die in zee spoelen. Kullenberg vindt dat een moeilijk te beantwoorden vraag en legt uit waarom. Hij geeft het voorbeeld van de planktonexplosies, de plotseling optredende enorme groei van plankton. Op dit moment speelt een hele diskussie over de vraag of er verband bestaat tussen vervuiling en die planktonexplosies en de soortenverandering in het plankton die daarbij optreedt. Planktonexplosies treden op in heel wat ondiepe zeegebieden van de wereld en die liggen vooral langs het vasteland. Afhankelijk van het soort plankton heeft zo'n explosie meer of minder effekt op het milieu en indirekt op de mens. De explosieve groei kan tot een heel eind in de voedselketen invloed hebben. Kleine organismen zijn voedselbron voor grotere en zo voort. Een abnormale groei van een bepaalde soort plankton kan soms leiden tot omstandigheden die voor vissoorten waarnaar de mens vangt, heel ongunstig zijn en eventueel heel gunstig voor kommercieel oninteressante soorten of als voedsel zelfs ongeschikte soorten. Explosieve planktongroei kan dan dezelfde gevolgen hebben als overbevissing. Het gebruikelijke evenwicht tussen organismen onderling wordt verstoord en verandering in één soort beïvloedt het hele systeem. Het is echter nog volkomen

Olievervuiling van de zee is vrijwel voortdurend in het nieuws. In de laatste jaren wordt daarom veel energie gestoken in het opsporen van olievlekken op zee. Dit is een infraroodopname van het zeegebied rond het boorplatform Bravo in het Noorse Ekofisk olieveld op de Noordzee. Met dit platform gebeurde in april 1977 een ongeluk, waarna 4000 ton olie per dag de zee in stroomde. Op de warmte-opname steken schepen (b) en boorplatforms (p) helder af tegen de grijze zee. De olie die uit de lekkende bron stroomde, is ook wit omdat hij warmer was dan het zeewater. De donkere strepen zijn plekken waar olie en water zich vermengd hebben. Dat mengsel houdt warmtestraling van het zeewater tegen en zorgt zo voor de donkere tint. Foto GDTA ▶

Afgelopen voorjaar ontstond in de Perzische Golf een enorme olievlek, nadat in de oorlog tussen Irak en Iran oliebronnen op zee lek waren gebombardeerd. De bemanning van de zesde Space Shuttle vlucht heeft in april geprobeerd olie van die vlek te fotograferen. Op deze foto, met links een stukje van de kust van het oliestaatje Katar, zijn een paar olievlekken te zien. Zij zijn als donkere plekken zichtbaar. De vlekken bestaan uit olie die net onder de zeespiegel drijft en ze zijn enkele kilometers in doorsnede. Helemaal rechts beneden, rond de licht gekleurde ondiepte, zijn een paar vlekken te zien en ook in de rechterbovenhoek van de foto zijn een paar vlekken zichtbaar. De Space Shuttle orbiter vloog op een hoogte van 280 kilometer. De foto werd gemaakt met een 250 mm telelens. Foto NASA ▶





Op satellietfoto's is soms verontreiniging in zee te zien. Een bekend voorbeeld is een stortplaats voor vloeibare afvalstoffen in de Atlantische Oceaan, net ten zuidoosten van New York. Die plek wordt kort na het lozen van afval gemarkeerd door de lichte haak rechtsonder op de opname. Foto RCA



onduidelijk waarom planktonexplosies optreden; daarom valt ook niet te zeggen of ze iets met vervuiling te maken hebben.

Olievervuiling

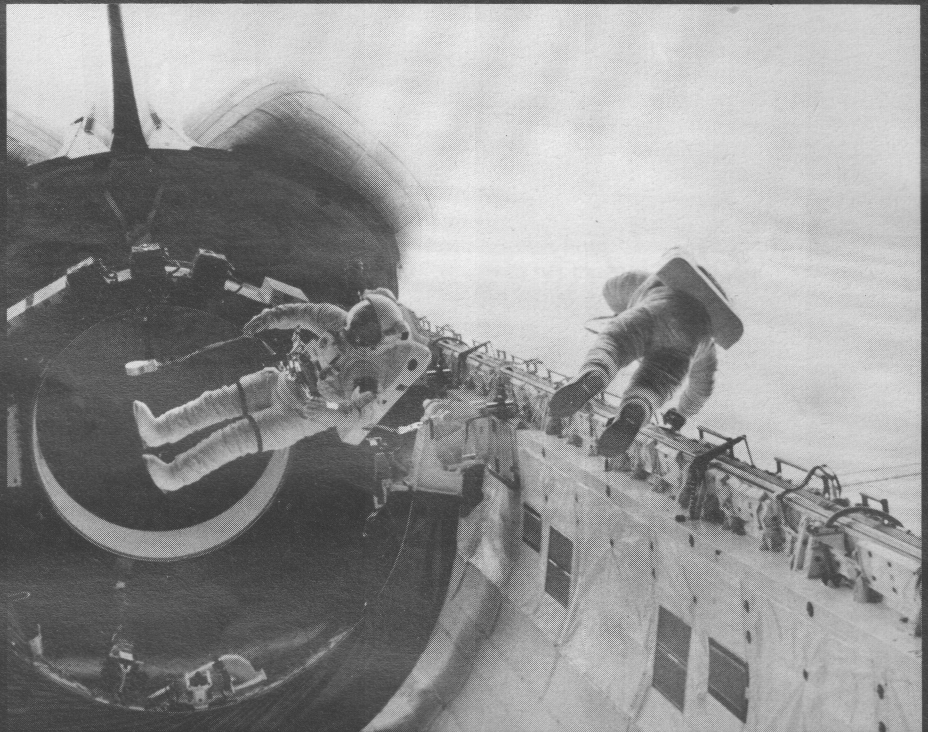
Een ander, altijd aktueel probleem is olie op zee. Er is de afgelopen tijd heel wat onderzoek gedaan in het laboratorium om te zien wat de gevolgen van een dunne laag (een film) olie op het water zijn. Er zijn ook modellen ontwikkeld die beschrijven hoe lucht en water met een oliefilm op elkaar inwerken. Er zijn echter nog maar weinig gegevens uit de praktijk. Wel is duidelijk dat oliefilms alleen problemen op wereldschaal veroorzaken als ze miljoenen vierkante kilometers beslaan. Onderzoek naar de aanwezigheid van olie op zee, en vooral langs drukke scheepvaartroutes, heeft uitgewezen dat de omvang van de films naar verhouding erg klein is. Systematisch speuren naar dergelijke films met satellieten zou wel heel wenselijk zijn. De films beïnvloeden de weerkaatsing en uitstraling van het oppervlak en dat verraadt zich in een kleurverandering van het wateroppervlak. Bewaking van de zee met kunstmanen zou een van de aktiviteiten moeten zijn in het kader van meer onderzoek en meer en betere maatregelen om de oceanen gezond te houden. Het kan nog. ■

Wandelen en werken in de ruimte



De zesde vlucht met de Space Shuttle, afgelopen april, heeft een grote hoeveelheid fraai beeldmateriaal opgeleverd. Daaruit presenteren we hier een keuze.

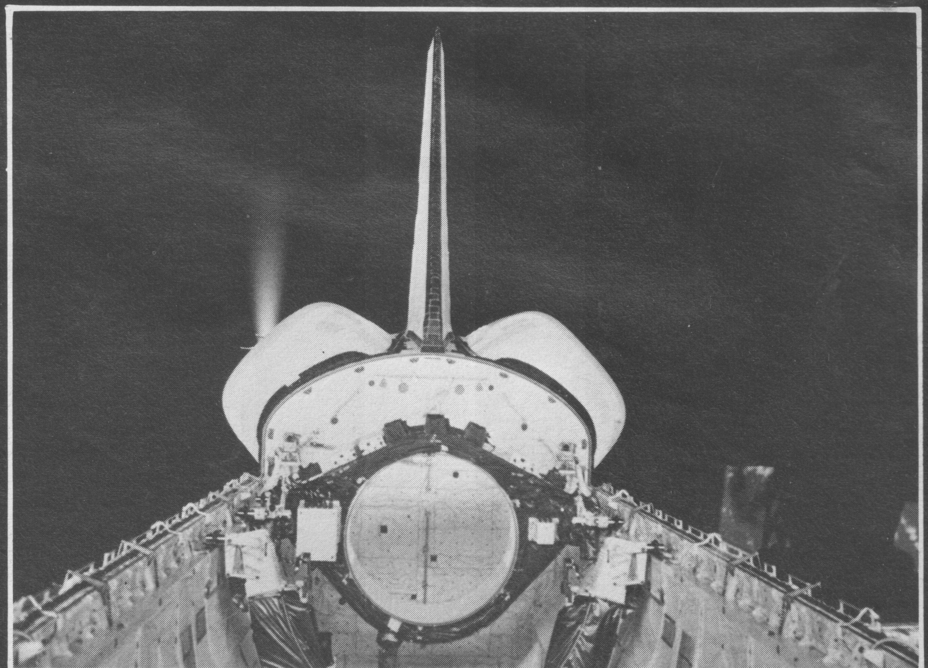
Te zien is het lossen van de TDRS-kommunikatiesatelliet, gemonteerd op een IUS-hulpraket. Zoals bekend werkte die hulpraket niet naar behoren, waardoor de kommunikatiekunstmaan in een verkeerde baan terecht kwam. Inmiddels heeft men die baan vrijwel helemaal gekorrigeerd, maar daardoor is de TDRS nog steeds niet in bedrijf gesteld kunnen worden. Men heeft besloten de tweede TDRS niet met de achtste Shuttle-vlucht, aanstaande augustus, te lanceren, maar pas volgend jaar. Ook wordt de lancering van de negende Shuttle-vlucht, met het Spacelab aan boord, waarschijnlijk een maand uitgesteld, naar 30 oktober van dit jaar.

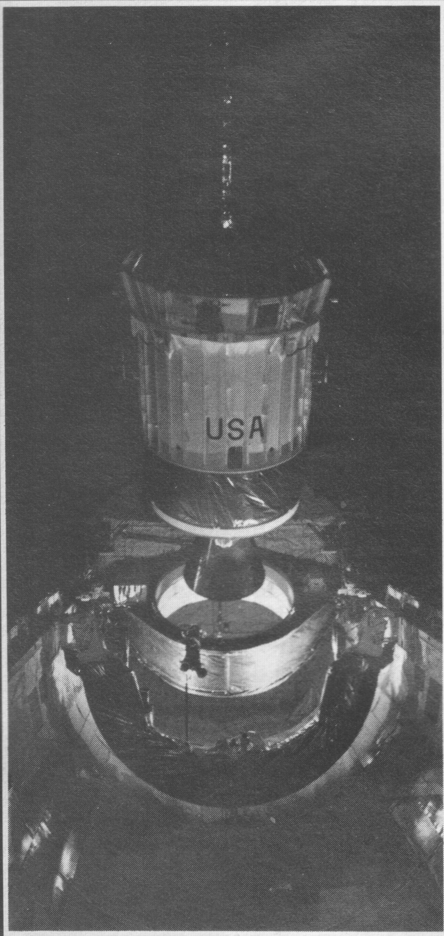


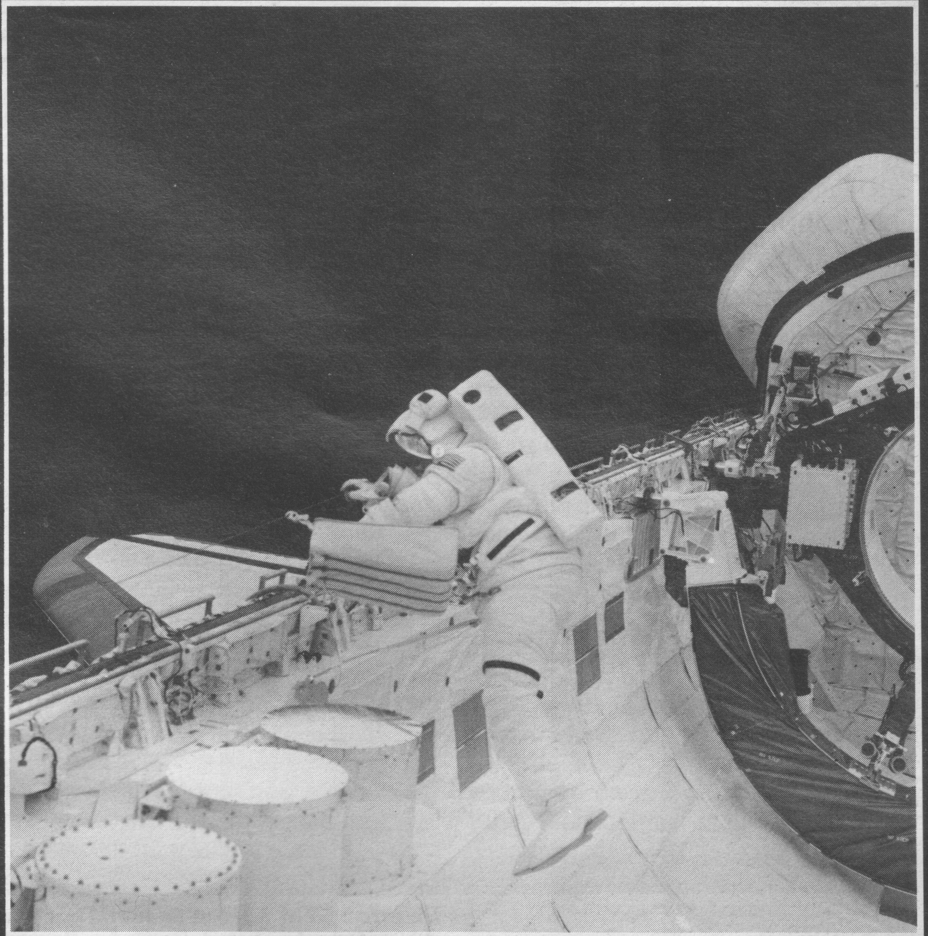
Tijdens de zesde Shuttle-vlucht wandelden de astronauten Story en Musgrave en Donald Peterson ruim vier uur lang in het laadruim van de orbiter. Daar werden allerlei soorten werkzaamheden nagebootst. De astronauten zaten niet meer, zoals vroeger, met een "navelstreng" vast aan hun ruimteschip, maar kregen hun zuurstof en energie rechtstreeks uit hun "rugzak". In het laadruim waren twee kabels gemonteerd waar de astronauten zich met een riem aan vast maakten om niet weg te drijven.

Net als tijdens de vijfde vlucht met de Shuttle slaagde een astronaut erin het vuren van één van de boordmotoren te fotograferen.

Alle foto's NASA




USA



Nieuws van de 35ste Parijse Luchtvaartshow

Siso kode 659.4/659.7/659.8

De ekonomische situatie in de wereld heeft een duidelijk stempel gedrukt op de 35ste Salon voor Lucht- en Ruimtevaart, die van 27 mei tot en met 5 juni op het vliegveld Le Bourget ten noorden van Parijs werd gehouden. Op de "Salon", een tweejaarlijkse internationale handelsbeurs voor de lucht- en ruimtevaartindustrie, ontbrak het spektakulaire nieuws.



De eerste KLM A310 in de start. Deze machine vloog de afstand Recife-Le Bourget over een afstand van ongeveer 7600 kilometer non-stop in 9 uur en 15 minuten.

De Russen toonden geen imponerende nieuwigheden en enkele grote Amerikaanse bedrijven, zoals Lockheed, McDonnell Douglas, General Dynamics en Pratt & Whittney, waren zelfs helemaal afwezig. Toch hadden nog ruim 900 bedrijven hun uiteenlopende waren uitgestald en de leek de tentoonstelling grootser dan ooit tevoren.

Nederlandse deelname

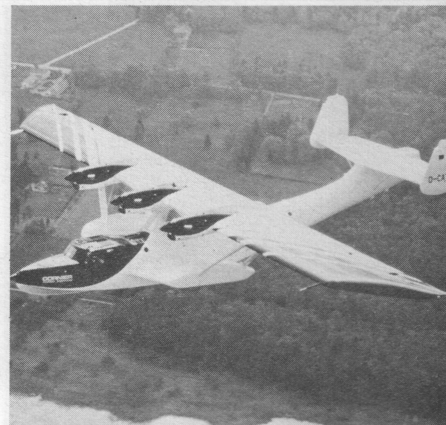
Het ging in Parijs deze keer niet alleen om prestige, maar duidelijk ook om handelsbelangen. De vliegtuigverkopen stagneren, de produktie moet pas op de plaats maken. De luchtvaartmaatschappijen hebben geen geld om nieuwe bestelde vliegtuigen af te nemen. Op alle fronten doet men voorzichtig en zuinig aan. Achter de schermen woedde in Parijs dan ook een slag om de gunst van de klanten: hard tegen hard.
Fokker, de laatste jaren vaak opvallend middelpunt van pers en kopers, zag aanzienlijk minder bezoekers over de vloer. De Nederlandse vliegtuigfabrikant kondigde aan dat twee projekteams studies zullen beginnen voor sterk verbeterde versies van de F27 Friendship en de F28 Fellowship. Men denkt hierbij aan verlenging van de romp van beide vliegtuigen, waarbij nieuwe motoren bovendien een hoger rendement zullen moeten opleveren. Voor de cockpit-uitvoering wordt toepassing van de nieuwste elektronika overwogen. Beslissing over het doorgaan van deze projekten zal pas over geruime tijd worden genomen, als duidelijk is wat de behoefte van de markt is. Een model van "projekt 332", de verlengde versie van de F28 -voor 85 tot 109 passagiers- prijkte centraal in het ontvangst-chalet van Fokker.

Goalkeeper

De meeste belangstelling onder de Nederlandse deelnemers in Parijs mocht Hollandse Signaal inkasseren door de komplete opstelling van het nieuw ontwikkelde luchtverdedigingssysteem voor schepen "Goalkeeper". Dit wapen, uitgerust met twee radarsystemen voor opsporing van een aankomende raket, is gebaseerd op het GAU 8 30mm kanon, dat ook in de Fairchild A-10 voor tankbestrijding te vinden is. In de week voor de Parijse Salon had de Nederlandse regering officieel te kennen gegeven dat ons land van plan is de "Goalkeeper" aan te schaffen voor de Koninklijke Marine, wanneer de financiële middelen dat toelaten.

Regionaal vervoer

Voor het eerst in Parijs was de Saab-Fairchild 340 (zie A&K 3/1983). Deze nieuwe machine voor het regionale vervoer bleek een opvallende blikvanger. Het toestel, dat dagelijks op markante wijze werd voorgevlogen, toonde zich opmerkelijk stil. Daarnaast konden de klanten uit de regionale markt echter ook kennis maken met andere types vliegtuigen van andere fabrikanten; op maat gesneden naar de behoefte. Zo toonde Parijs een model op ware grootte van de kabine van de Frans-Italiaanse ATR 42. British Aerospace demonstreerde de konkurrent van de F28, de viermotorige BAe 146, en verder de BAe 748, als tegenpool voor de F27 van Fokker. De Brazilianen boeken steeds meer sukses met hun Embrear-programma. Shorts was aanwezig met de 330 en 360 "commuters". Ook de Amerikanen en Canadezen gaven acte de présence op het terrein van het regionale vervoer met de Beechcraft 1900 (een Europese primeur) en de DHC-7 "Dash 7".



Keert het tijdperk van de vliegboot terug? We zien hier de Dornier Do 24TT tijdens de eerste vlucht.

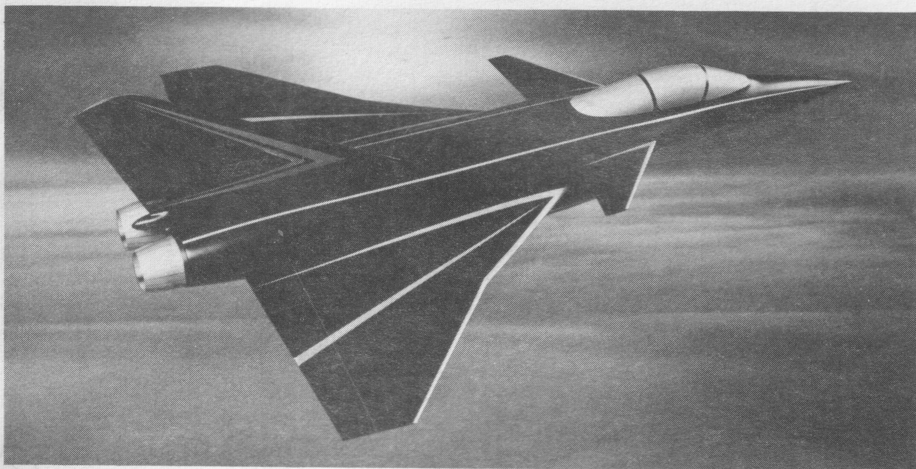
Nederland en de Patriot raket

Bij de talrijke Nederlandse bezoekers aan de Parijse Salon vormde vooral de kompensatie voor defensie-orders een punt van diskussie. Kamerleden, die op een van de eerste showdagen gingen praten met leveranciers van defensiematerieel, bleken onderling nogal van opvatting te verschillen. Gelijktijdig besloten de Europese ministers van defensie op een NAVO-vergadering in Brussel hun Amerikaanse bondgenoot er nog eens op te wijzen zich te houden aan de zogenoemde "two way street" gedachte, die onderling was overeengekomen. Daarbij zouden de Verenigde Staten ook defensie-aankopen doen bij de Europese bondgenoten, als kompensatie voor de talrijke Europese aankopen bij Amerikaanse industrieën. Inmiddels blijken de verhoudingen alleen maar verslechterd te zijn ten opzichte van enkele jaren geleden. Toen was het beeld 3 op 1, nu schijnt dit volgens deskundigen opgelopen te zijn tot 9 op 1 ten gunste van de Verenigde Staten.
Voor ons land is de kwestie aktueel geworden door de voorziene aanschaf van de Patriot luchtverdedigingsraketten met konventionele springlading ter vervanging van de verouderde nukleaire NIKE raketten.
Ons land hoopt naast F28 vliegtuigen ook het Goalkeeper-systeem en mijnenjagers aan de Amerikaanse strijdkrachten te kunnen slijten, maar vooral de laatste twee wapensystemen leveren grote problemen op bij de onderhandelingen. De Nederlandse regering is echter van plan zich hard op te stellen. Als de Amerikanen niet toegeven aan de eisen van Nederland voor kompensatie bij aanschaf van de Patriot-raket, zal ons land voorlopig van de aanschaf afzien en mogelijk weer een NIKE squadron aktiveren. Met deze woorden onderstreepte staatssekretaris Van Houwelingen van defensie het Nederlandse standpunt, dat hij ook had overgebracht aan de Amerikaanse fabrikant van de raket, Raytheon. De staatssekretaris wil een andere formule dan in het verleden bij kompensatie voor defensie-aankopen in het buitenland werd gevolgd. De heer Van Houwelingen vertelde in Parijs na zijn bezoek aan de luchtvaartbeurs dat de tijd voorbij is dat er nog sprake kan zijn van méér-kosten voor



Dit jaar valt de beslissing of de McDonnell Douglas Super 90 gebouwd gaat worden. Zo ja, dan kunnen de eerste machines in 1986 vliegen. De eventuele komst van de Super 90 zou voor de Fokker P332 geduchte konkurrentie betekenen.

Op de stand van Dassault-Breguet stond een model op ware grootte van de nieuwe ACX jager.



kompensatie bij de aankoop van een dergelijk wapenprojekt. Hij streeft dan ook naar een kombinatie waarbij enerzijds Nederlandse bedrijven mee produceren en anderzijds de Amerikanen defensie-aankopen in ons land zullen doen. Op dit punt blijken echter grote meningsverschillen te bestaan tussen onze regering en Raytheon. Eind van dit jaar zullen de definitieve beslissingen moeten vallen. Hans Engelman

Boeing kontra Airbus

Na een betrekkelijke rust is de konkurrentiestrijd tussen Boeing en Airbus Industrie weer in alle hevigheid losgebarsten. Dat bleek duidelijk uit de perskonferentie die Airbus-direkteur Bernard Lathière tijdens de show gaf. Hij wijdde daarbij uitvoerig uit over de prestaties van de A310, omdat die volgens rivaal Boeing niet juist zouden zijn. Boeing beweert dat de A310 maar een bereik van 4000 kilometer zou hebben. "Het is heel aardig te weten dat de machine die hier aan de show deelneemt, juist een non-stop vlucht van Recife (in Brazilië) naar Parijs achter de rug heeft", aldus Lathière. De afstand die daarbij werd overbrugd, is ongeveer 7600 kilometer. Overigens was Boeing, ondanks aanvankelijk andere berichten, in Parijs toch met een Boeing 767 aanwezig, duidelijk om de konfrontatie met Airbus Industrie niet uit de weg te gaan. En daarmee werd het gekrakeel dat vorig jaar op Farnborough begonnen was (zie ook A&K 1/1983, pagina 80-83), voortgezet.
Van het 150-zitter front valt weinig nieuws te melden. Airbus heeft nog steeds niet besloten om haar A320 daadwerkelijk te gaan bouwen. Wel liet het bedrijf weten dat de Amerikaanse luchtvaartmaatschappij Delta Airlines een van de eerste serieuze klanten voor dat toestel kan gaan worden. De maatschappij heeft namelijk haar eis laten vallen dat de A320 zonder meer aangedreven moet worden door een nog geheel nieuw te ontwikkelen straalmotor.
Boeing heeft haar 7-7 voorlopig in de ijskast gezet en koncentreert zich nu uitsluitend op de lopende projekten en de daarvan afgeleide uitvoeringen.
McDonnell Douglas, niet in Parijs aanwezig, biedt in deze kategorie haar Super 80 aan. Dit type is speciaal afgestemd op het vervoer van 137 tot 172 passagiers. Sinds maart van dit jaar zijn meer dan honderd toestellen van dit type in dienst genoemen door twintig luchtvaartmaatschappijen, waaronder ook Martinair. Met opties meegerekend zijn in totaal 184 Super 80's verkocht. Daarnaast werkt McDonnell Douglas ook nog aan de Super 90, die dient voor het vervoer van 100 tot 120 passagiers. Dat toestel wordt dus een regelrechte konkurrent voor de Fokker "projekt 332" (P332).

Eurojager?

Een eerste aanzet tot de ontwikkeling van een nieuw Europees gevechtsvliegtuig werd op 26 mei op Le Bourget gegeven. British Aerospace en het Britse ministerie van defensie tekenden op die dag een kontrakt tot het bouwen van de Agile Combat Aircraft (ACA). De overeenkomst voorziet slechts in de konstruktie van één exemplaar, dat moet dienen als voorloper van een nieuwe generatie jager, bestemd voor de jaren '90. Ook zullen naar alle waarschijnlijkheid Messerschmitt-Bölkow-Blohm (MBB) uit West-Duitsland en Aeritalia uit Italië aan dit projekt gaan meedoen. De ACA (zie ook A&K 2/1983, pagina 181) moet in 1986 voor het eerst vliegen.
Hoewel uit dit projekt de wil tot Europese samenwerking zal moeten blijken, heeft zowel de Duitse als de Franse vliegtuigindustrie nog eigen gelijksoortige projekten op de tekenplank staan. Om te beginnen werkt MBB nog steeds aan een jager ter vervanging van de Westduitse Phantoms. Daarnaast toonde Dornier (eveneens uit West-Duitsland) op de show een model met de aanduiding P-700. Dit projekt ontwikkelt zij in nauwe samenwerking met het Amerikaanse bedrijf Northrop. Tenslotte liet Dassault-Breguet uit Frankrijk voor het eerst een mock-up op ware grootte zien van de ACX jager (de afkorting staat voor Avion de Combat Expérimental). Het ligt voor de hand dat Dassault voor haar ACX de Westduitsers als partner probeert te winnen, omdat het aantal te vervangen Westduitse Phantoms vrij groot is en beide landen toch al nauwe betrekkingen met elkaar onderhouden. Dornier en Dassault bouwen immers samen de suksesvolle Alpha Jet trainer.
Het is natuurlijk niet uitgesloten dat via de P-700 studies ook Northrop tot de klub zal toetreden. Gezien het politieke klimaat tussen Frankrijk en de Verenigde Staten bestaat anderzijds de kans dat Northrop afhaakt als Dornier met Dassault gaat meedoen. Een beslissing hierover wordt niet voor het eind van dit jaar verwacht. Om geen tijd te verliezen werkt Dassault-Breguet met goedkeuring van de Franse overheid overigens gewoon door aan het ACX-projekt, dat als onderdeel moet gaan dienen van een defensie-programma op lange termijn. Dat kan alleen maar zo uitgelegd worden dat de Fransen onder geen beding hun leidinggevende positie in Europa als bouwers van jagers willen prijsgeven. Met andere woorden, wanneer zij geen partner(s) weten te vinden voor hun ACX, zullen ze alleen verder gaan. Men is er in Frankrijk van overtuigd dat men genoeg kennis en techniek in huis heeft om ook alleen de moordende konkurrentiestrijd op jagergebied tot het jaar 2000 het hoofd te kunnen bieden.
Net als bij de ACA gaat het bij de ACX ook niet om een prototype, maar om een demonstratie-vliegtuig, waarin de laatste technologische snufjes verwerkt worden. Pas de daaruit verkregen gegevens zullen uiteindelijk moeten leiden tot een definitief ontwerp dat voorlopig te boek staat als Avion de Combat Futur (ACF). Dit type moet rond 1995 de recent operationeel geworden Mirage 2000 opvolgen. Dit zou kunnen betekenen dat er geen sprake meer kan zijn van een Europese samenwerking; buiten Frankrijk heeft nog geen enkel land in Europa de Mirage 2000 besteld en er zullen ook geen bestellingen komen. Het lijkt er daarom sterk op dat er geen multinationaal bouwprogramma, in welke vorm ook, zal komen; ieder zal zijn eigen weg wel weer inslaan.
Pieto van Buysen

→

"Tweede gebruik" van Boeing 707

Nu de verkoop van nieuwe verkeers- en transportvliegtuigen in de huidige moeilijke ekonomische tijden steeds lastiger wordt, verzinnen vliegtuigfabrieken mogelijkheden voor het "tweede gebruik" van verouderde, maar nog best bruikbare toestellen. Een goed voorbeeld daarvan werd in Parijs getoond door de Boeing Military Airplane Company uit Wichita in de Amerikaanse staat Kansas. Onder de aanduiding Boeing Tanker-Transport presenteerde BMAC op Le Bourget een oude Boeing 707-320C van Trans World Airlines als een gloednieuwe vliegende tanker, die voor een "spotprijsje" van tien tot vijftien miljoen dollar snel geleverd kan worden aan belangstellende luchtmachten. Normaal, zo stelt Boeing, zal voor een nieuw te produceren tanker tenminste vijftig miljoen dollar moeten worden neergeteld. De BMAC wil Boeing 707 toestellen van luchtvaartmaatschappijen opkopen (het betrokken toestel vliegt nog in 62 landen) en die voorzien van apparatuur om andere vliegtuigen in de lucht bij te tanken. De lange kabine van de Boeing 707 blijft beschikbaar voor het vervoer van vracht of passagiers, en kan ook permanent voorzien worden van apparatuur voor extra taken zoals elektronische verkenning, patrouilles boven zee of kommandovoering.
De Tanker-Transport kan door middel van installaties aan de vleugeltips en onder de staart drie straaljagers tegelijk van brandstof voorzien. Het vliegende kerosine-station kan voldoende extra brandstof meenemen (standaard 110.000 liter en maximaal ruim 133.000 liter) om bijvoorbeeld de aktieradius van acht F-16 jagers meer dan te verdubbelen.
Zelf kan de tanker non-stop Los Angeles-Parijs vliegen. Boeing verwacht veel van het nieuwe Tanker-Transport programma, waarvoor men overigens pas zes maanden geleden een gat in de markt zag. Eerder leverde Boeing meer dan 600 KC-135 tankers aan de Amerikaanse luchtmacht en nieuwe tankers op basis van de 707-320B/C aan Canada, Iran en Saoedi Arabië. De fabriek heeft meer dan vijftig jaar ervaring in het "tanken in de lucht". Dick van der Aart



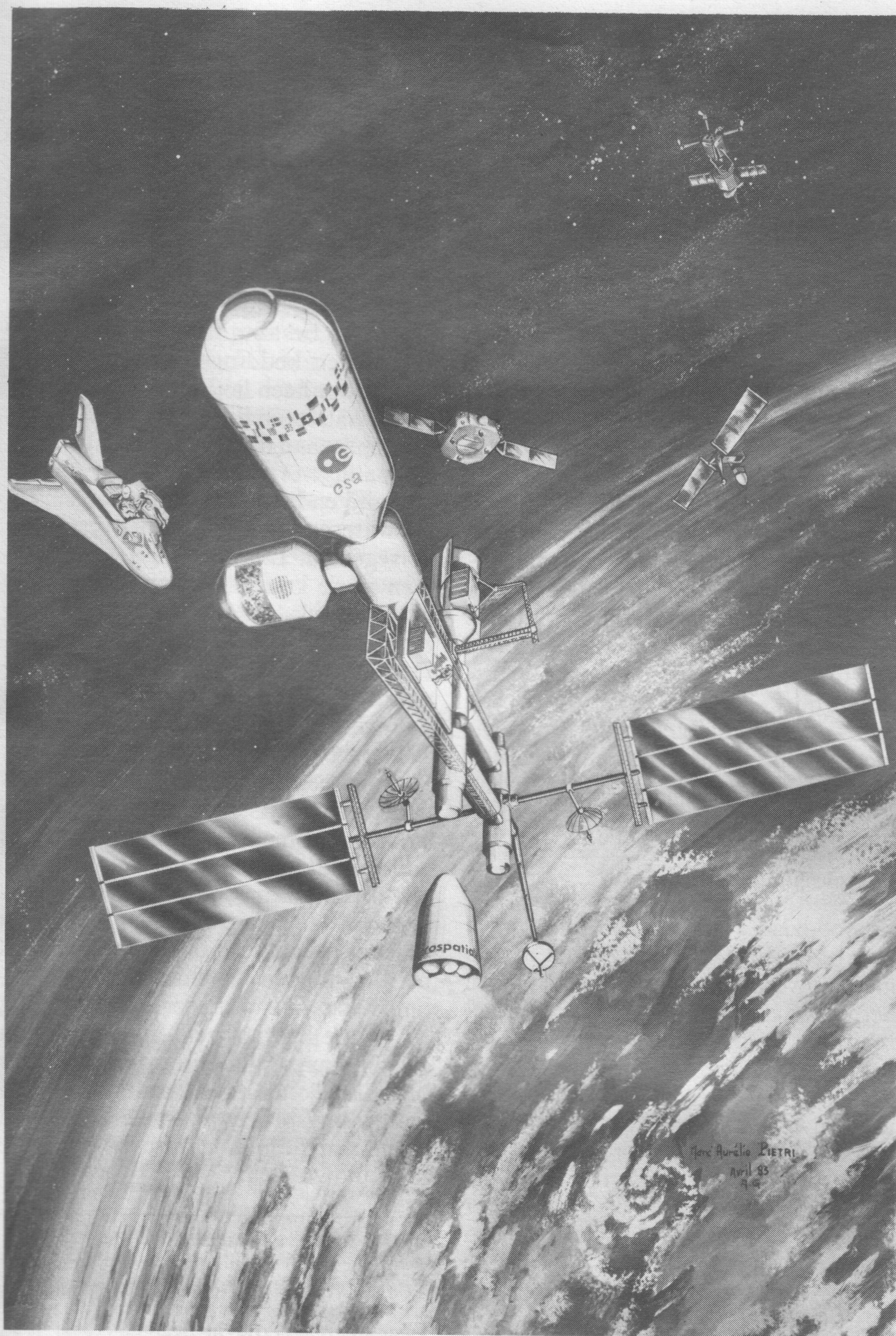
Via een tankaansluiting in de vleugeltip wordt een F-105 jachtbommenwerper door de Boeing 707 Tanker-Transport van brandstof voorzien. Het nieuwe vliegtuig dat gebaseerd is op tweedehands Boeing 707 passagiers- of vrachtvliegtuigen, kan drie straaljagers tegelijk "vullen".

Vliegboten

Dornier is weer terug van weggeweest wat betreft het bouwen van vliegboten. Sinds 1949 heeft het bedrijf zich daar niet meer mee bezig gehouden. Met de verschijning van de experimentele Do 24TT is Dornier ook op dat terrein van de luchtvaart weer aktief geworden. Helaas liet het testprogramma dat op 25 april van dit jaar begon, het niet toe het driemotorige toestel naar Parijs te laten komen.
Uit de aanduiding valt al op te maken dat de Do 24TT geen geheel nieuw ontwerp is. Het is een gewijzigd type van de Do 24 die geruime tijd vóór de Tweede Wereldoorlog werd gebouwd. Men heeft in 1971 beslag weten te leggen op één van de exemplaren van de Spaanse luchtmacht, die toen vervangen werden door Fokker F27 Maritimes. Van de veteraan heeft men de vleugel met zuigermotoren verwijderd en vervangen door een nieuwe met turboprops. Bij de vleugel is gebruik gemaakt van een heel nieuwe technologie die voor het eerst is toegepast bij het gloednieuwe Do 228 transporttoestel. De belangrijkste kenmerken van de nieuwe vleugel zijn: goedkoop te bouwen door een simpele konstruktie; meer draagkracht bij geringere snelheid; minder weerstand. Vooral deze laatste eigenschap laat zich natuurlijk vertalen in een geringer brandstofverbruik. Voorts heeft men ook het onderstel vervangen. Voor het neuswiel gebruikt men dat van de F27, terwijl de hoofdwielen afkomstig zijn van de Do 31 (het eerste loodrecht startende en landende vrachttoestel ter wereld). Tenslotte zijn ook de horizontale vlakken, waarop de vleugel aan weerskanten van de romp wordt afgesteund, helemaal vernieuwd.
Dornier gebruikt de Do 24TT alleen maar om na te gaan waaraan een vliegboot met schroefturbine motoren voor de komende tijd moet voldoen, voordat eventueel aan een serie-uitvoering wordt begonnen. Daarom wordt dit programma ook door de Westduitse overheid gefinancierd.
Volgens de planning zullen de vliegproeven tot halverwege volgend jaar duren. Ruim 85 uren zijn uitgetrokken om het toestel goed te leren kennen onder de meest uiteenlopende omstandigheden. Daarna worden ongeveer 20 uren besteed aan het landen en opstijgen vanaf meren. Het testprogramma zal worden afgesloten met vijftien uur opereren vanaf de Oostzee.
Naast het bedrijf Dornier houdt zich sinds kort nog een Dornier bezig met het bouwen van vliegboten. Het is niemand minder dan Claudius Dornier, de man die anderhalf jaar geleden werd gepensioneerd en toen Dornier als president verliet. Hij is nu voor zichzelf begonnen. Zijn tweemotorige kreatie, die te boek staat als Seastar, was in Parijs als mock-up te bezichtigen. Volgens zijn zeggen moet halverwege volgend jaar het eerste exemplaar vliegen. Grappig is dat het toestel zowel door een trek- als een duwschroef wordt aangedreven. Het biedt plaats aan maximaal tien personen plus vlieger. Het materiaal van de toekomst, de vezelversterkte kunststof, zal bij de Seastar op ruime schaal gebruikt worden. Zo zal de romp van dat materiaal gemaakt worden, om korrosie tegen te gaan. Het is heel moeilijk te zeggen of het projekt levensvatbaar is; dat zal de toekomst moeten uitwijzen. Pieto van Buysen

Ruimte te koop in de ruimte

Het klinkt als een speciale aanbieding: tot 1985 kan de wereld nog tegen gereduceerde prijzen gebruik maken van de diensten van de Amerikaanse ruimtevaart. Daarna worden de prijzen écht kommercieel. Luitenant generaal James Abrahamson, de NASA-chef belast met ruimtevluchten, zette dit bij de opening van de Parijse Salon uiteen. Die speciale aanbieding betekent overigens dat het afhuren van het hele laadruim van een Space Shuttle orbiter 35 miljoen dollar kost. Dat is het "vriendenprijsje" tot 1985.
Abrahamson stond niet met lege handen in zijn verkoopkampagne voor de ruimte. Hij had een opvallend reklamevliegtuigje bij zich: de orbiter Enterprise, op de rug van de Boeing 747. De kombinatie maakte in de periode voor en na de Parijse show spektakelvluchten boven West-Europa en Canada (ons land werd op 5 juni even aangedaan).
President Reagan zelf heeft de ruimtevaartdiensten opdracht gegeven uit te kijken naar mogelijkheden om iets terug te verdienen van de gigantische bedragen die de Verenigde Staten tot nu toe in de ruimtevaart stak. Daar zit natuurlijk veel -afgeschreven- defensiegeld bij, maar in totaal heeft de ruimtevaart toch veel overheidsgeld gekost. Daarom wil Reagan onder meer dat de hele exploitatie van raketten naar partikuliere handen gaat. Hoe dat moet is nog niet uit de doeken gedaan, want de meest populaire ra-



Een Europese versie van een ruimtestation. Het ontwerp is bedoeld om het ontwikkelen van ideeën te bevorderen. Het station omvat een woonoord, een fabrikagekomplex en "free flyers" die voor kommunikatie en andere doeleinden ingezet kunnen worden.

ketten die de Amerikanen hebben voor lanceerklussen, worden ook door de militairen gebruikt en er zal nog uitgezocht moeten worden hoe burger- en militair gebruik te kombineren vallen en wat eventueel militair geheim is.

Het grote verkoopobjekt blijft echter het laadruim van de Space Shuttle orbiter. De Amerikanen verwachten uit de industrie en uit de wetenschappelijke wereld voldoende opdrachten binnen te krijgen, ook al blijft een Shuttle-lancering kostbaar. De speciale prijs van 35 miljoen dollar is immers geen peuleschil en het bedrag zal na 1985 ongeveer dubbel zo hoog worden. De NASA is verder al aan het bedenken hoe het moet worden aangelegd om passagiers mee te nemen en wat het moet kosten om "vreemden" op te leiden tot ladingspecialist of zelfs astronaut. Over dat soort opleidingen zijn al besprekingen geopend met landen als Australië, Brazilië en Canada.

Net als bij de NASA leven ook in Europa ideeën over de kommerciële belangen in de ruimtevaart. De kommunikatiesatellieten zijn een goed voorbeeld van een kommerciële aanpak. In de Verenigde Staten levert de NASA, een overheidsorganisatie, nog de lanceerfaciliteiten en grondstations, maar verder is het bouwen en beheren van de kommunikatiesatellieten verregaand in partikuliere handen. In Europa is men nog niet zo ver, maar dat zal in de komende jaren ook veranderen. Men kan wel verwachten dat de lanceerinstellingen in handen van een zelfstandige organisatie blijven, net zoals dat in het algemeen ook het geval is met luchthavens. Daar betalen luchtvaartmaatschappijen ook voor de rechten en de afhandeling. Grondstations en vluchtleiding kunnen best helemaal aan kommerciële bedrijven overgedragen worden.

Hoe het uitvoeren van kommerciële lanceringen verrekend moet worden, is nog niet helemaal duidelijk. De Shuttle bijvoorbeeld kan gebruikt worden om kunstmanen terug te brengen naar de Aarde. Wat moet zoiets kosten? De specialisten aan boord van de orbiter kunnen gehuurd worden voor het verrichten van reparaties in de ruimte. Wat zal er gerekend moeten worden voor de "voorvliegkosten" en het uurloon?

Ruimtevaart is nauwelijks nog een "nationale zaak" van een land of een heel werelddeel. Het is gewoon konkurrentiestrijd. De Franse onderneming Aerospatiale vertelt trots aan iedereen die het maar horen wil dat zij Arabsat bouwt en dat de kunstmaan (voor kommunikatie tussen 22 landen in de Arabische wereld van Azië en Afrika) de eerste is van een reeks identieke modellen. Arabsat werd aan Aerospatiale gegund na een konkurrentieslag tussen deze onderneming, British Aerospace, de ESA en het Amerikaanse bedrijf Hughes.

De konkurrentie in de ruimtevaart wordt niet alleen bepaald door prijzen, maar ook door lanceervensters en daar kan Europa intussen over meepraten. Door de ESA is de Ariane officieel overgedragen aan een voornamelijk Franse kombinatie van bedrijven en banken, Arianespace, die de raket moet verkopen. Dat lukte goed. Maar de raket liet het een keer afweten en een langdurig oponthoud was het gevolg. Daardoor moest de ESA haar EXOSAT met een NASA-raket laten lanceren en kwam een aantal opties voor lanceringen bij Arianespace op losse schroeven te staan. Sommige kunstmanen moeten binnen een bepaalde periode de ruimte in, anders verliezen ze hun waarde. En de toekomstige klanten moeten er zeker van zijn dat hun kunstmaan inderdaad omhoog kan als dat nodig is. Vertragingen kosten veel geld en ondermijnen het vertrouwen in het betreffende lanceerbedrijf. Daarom is Arianespace er alles aan gelegen dat de Ariane een echt betrouwbare raket wordt. Tegenslagen werken, net als in het gewone bedrijfsleven, de konkurrent in de kaart. GJ van Lonkhuyzen

Wat is boven?

Het nieuwste op het gebied van misleiding van de tegenstander komt van McDonnell Douglas. Afgelopen december droeg het bedrijf een CF-18 gevechtsvliegtuig dat voor Canada gebouwd is, in de nieuwe beschildering over. Aan de onderkant van het toestel is een namaak cockpitdak geschilderd. Proefvluchten met toestellen in een dergelijke beschildering bij de Amerikaanse marine en luchtmacht toonden aan dat onder piloten van naderende toestellen kortstondig verwarring ontstond. Het bleek vaak moeilijk te beoordelen welke manoeuvre het toestel met de nepbeschildering aan het uitvoeren was, en dat is natuurlijk precies de bedoeling.

Aboriginals toch geen nomaden

A.J.Zwinenberg
Siso kode Au-aust-944.1-954.1

"Aboriginals, de oorspronkelijke bewoners van Australië, leidden een nomadisch bestaan en bouwden geen hutten of andere onderkomens". Zo stond en staat het nog steeds in de boeken over dit mensenras. Recent onderzoek heeft aangetoond dat deze opvatting onjuist is.

Tienduizenden jaren geleden trokken vertegenwoordigers van de Aboriginals vanuit Azië naar Australië. Mogelijk waren ze op zoek naar nieuw land. Zij troffen een geheel droog en bijna vlak werelddeel aan (tweehonderd maal zo groot als Nederland), alleen bewoond door dieren, zoals kangeroes en koala's. Studies van antropologen en etnologen hebben altijd uitgewezen, dat de 300.000 Aboriginals, behorend tot misschien zeshonderd verschillende stammen, een zwervend bestaan leidden. Zij trokken van de ene waterbron naar de andere, van de ene voedselplaats naar de volgende. Maar vorig jaar moest men zijn mening over deze Australische bevolkingsgroep herzien. Toen werd namelijk bekend, dat in de zuidoostelijke staat Victoria bewijzen gevonden waren, dat de vroegere aboriginals daar in dorpen gewoond hebben.

Waarom geen eerder onderzoek?

De prehistorische dorpen liggen aan de "oevers" van Lake Condah, een tegenwoordig geheel uitgedroogd meer in het westelijke distrikt van deze staat, cirka 40 kilometer van de kust. Vroeger bevatte het echter water. Er zijn nu visvallen ontdekt bij de restanten van de dorpen. Zowel de vallen als de primitieve huizen waren van basaltstenen gebouwd. De woonplaatsen waren al lang bij de archeologen bekend. Omdat de resten van de huizen echter veel gelijkenis vertoonden met huizen die door de eerste Europese kolonisten gebouwd waren (zij vestigden zich voor het eerst in 1788 in Australië), nam men aan dat het hier om oude woonplaatsen van blanke boeren uit het begin van de kolonisatie ging. Een verder onderzoek instellen vond men niet nodig, want algemeen heerste onder de wetenschappers de opvatting dat Aboriginals een "nomadisch bestaan" leidden. Maar enkele jaren geleden begon men toch met opgravingen bij Lake Condah, een gebied dat grotendeels uit basaltplateaus bestaat en in de schaduw van een reeds lang geleden uitgedoofde vulkaan ligt. Men vond gereedschappen, die enkele duizenden jaren oud bleken te zijn en dus onmogelijk van Europese kolonisten geweest konden zijn. De archeoloog Peter Coutts, direkteur van de "Victoria Archeological Survey" zegt daarover: "De voortdurende beweringen van vroegere etnologen en antropologen, vooral uit de vorige eeuw, over de nomadische leefwijze van de Aboriginals brachten het handjevol Australische archeologen ertoe enkel onderzoek te doen in de traditionele leefgebieden van deze mensen en voorkwamen in feite dat zij naar andere gebieden gingen zoeken. Nu hebben we echter voldoende bewijs om de wetenschap ervan te overtuigen, dat de stenen huizen en visvallen bij Lake Condah uit prehistorische tijden stammen en in gebruik waren bij Aboriginals, die er minstens een semi-permanente verblijfplaats op na hielden".

Verzamelkampen

De noodzaak voor de Aboriginals om te zwerven hield verband met het al dan niet aanwezig zijn van waterpoelen. In het droge binnenland zijn die dun gezaaid en vaak slechts gedurende korte tijd met water gevuld. De daar levende oorspronkelijke bewoners waren dus wel gedwongen te trekken. Aan de kust was die noodzaak minder groot, omdat daar meer drinkplaatsen waren, die vaak jarenlang water bevatten. Hier splitsten de stammen zich dan ook in kleinere groepen om meer voordeel te hebben van de jacht, die dikwijls aan seizoenen was gebonden; ze vingen bijvoorbeeld trekkende vogels. Dit bracht met zich mee, dat ze bij zulke voedselplaatsen tijdelijke woonplaatsen bouwden, terwijl ze zich op bepaalde tijden van het jaar verzamelden in een soort basiskamp.
Lake Condah was zo'n verzamelkamp, een van de vele in dit deel van Victoria. Omdat het gebied te onvriendelijk is om er nu grote kudden schapen te laten grazen, zijn de resten van die verzamelplaatsen bewaard gebleven. Hier kwam de hele stam bij elkaar en hield zich bezig met bijvoorbeeld ruilhandel, eetpartijen en het oplossen van onderlinge geschillen.

Visvallen

De visvallen, die ook nu nog werken, tonen aan dat zo'n 3000 jaar geleden de vis als voedsel van wezenlijk belang was voor de Aboriginals, ook wel omschreven als "Aborigines". "Hieruit blijkt", zegt Peter Coutts, "dat de Aboriginals in dit gebied er een veel beter georganiseerd sociaal en ekonomisch stelsel op na hielden dan de wetenschappers altijd dachten".
De visval bestond uit een kombinatie van stenen beddingen (waar men het water door heen liet stromen), kanalen, vangplaatsen en dijken. Het geheel was aangepast aan de seizoengebonden trek van palingen vanaf de kust naar het binnenland en aan de schommelingen van het waterpeil in het meer bij overvloedige regenval. De v-vormige waterdammen in de kanalen waren zodanig gekonstrueerd, dat de palingen min of meer vanzelf in de fuiken zwommen. De visser stond achter de waterdam te wachten om de in de netten verstrikte palingen te grijpen. Hij doodde ze door ze stevig in de bovenkop te bijten. Daarna reeg hij de dieren aan een "palingstok". Zo vissen Aboriginals tegenwoordig en men neemt aan dat in het verleden dat net zo ging.
Uit dit alles kan geklonkludeerd worden, dat de Aboriginals in Australië, en in ieder geval in dit deel van het kontinent, zich goed instelden op de woonomgeving, ook wanneer daar wijziging in kwam, bijvoorbeeld als gevolg van een klimaatverandering. We zien hier bij Lake Condah het resultaat van een aanpassingsproces van vele duizenden jaren aan de van nature beschikbare omstandigheden.

Terug naar de nomadische leefwijze

Toen kwamen echter de Europese kolo-

Langs een meertje in het gebied bij Lake Condah hadden de Aboriginals een 200 meter lange stenen muur gebouwd. Hierachter verborgen ze zich en wachtten op vogels, die kwamen drinken. De dieren werden dan bij verrassing gevangen.



nisten en de Aboriginal-woongemeenschap werd er het slachtoffer van. Door het land van deze donkere Australiërs af te pakken, kwam hun bestaan in gevaar. Ze moesten naar andere gebieden trekken, kwamen er in konflikt met daar al wonende Aboriginals en zo werden ze weer in een nomadisch bestaan teruggedrongen. Door de blanken meegebrachte ziekten kostten vele Aboriginals het leven. De man-vrouw verhouding veranderde, de traditionele banden binnen een stam of kleinere groep ondergingen wijziging. Kortom, de komst van Europeanen in Australië vormde het begin van het einde van het Aboriginalbestaan.

De vondsten bij Lake Condah hebben de aandacht van etnologen en archeologen in de gehele wereld getrokken. De Aboriginal-geschiedenis zou namelijk best eens van invloed kunnen zijn op de studie van de prehistorie in andere werelddelen. In ieder geval heeft het onderzoek aangetoond, dat de vroegere etnologen verkeerde dingen over de Aboriginals beweerd hebben. Een van de gevolgen daarvan is, dat men nu langzamerhand begint te geloven, dat de oorspronkelijke Australische bevolking bij de komst van de Europeanen misschien wel uit 400.000 personen heeft bestaan in plaats van 300.000 zoals altijd aangenomen werd. Mogelijk zal er nog meer herzien moeten worden.

Foto's AIS



Een Aboriginal heeft zich op traditionele manier beschilderd ter gelegenheid van een feestelijke gebeurtenis. Blijkens recent onderzoek waren niet alle Aboriginals nomaden, wat tot nog toe altijd werd aangenomen.

De Aboriginals leefden van de jacht op vogels, visvangst en het jagen op kangeroes. Bij dat laatste gebruiken ze de zogeheten woomera, een houten speerwerper.

Luchtstunten meer dan bravour

Pieto van Buysen
Siso kode 659.5

Stuntvliegen is een vast onderdeel van ieder groot luchtvaartevenement. Het spektakulaire show-vliegen wekt bij velen de indruk dat de piloten grote waaghalzen zijn. Niets is echter minder waar. De techniek van het stuntvliegen is een absoluut noodzakelijk deel van de militaire vliegersopleiding, dat grondig geoefend wordt.

Voor het grote publiek lijkt het stuntvliegen heel gevaarlijk en dat trekt waarschijnlijk ook de meeste kijkers. Op luchtshows (zoals onlangs op Deelen en Scheveningen) kan men regelmatig de opmerking horen "als dat allemaal maar goed afloopt". Meestal gaat echter alles goed, want er worden zelden echt risiko's genomen. In vliegerskringen is men dan ook gekant tegen de term "stunten". Men gebruikt het begrip "demonstratie-vliegen of "aerobatics". Het nemen van risiko's wordt in deze kringen sterk afgekeurd.

Van wezenlijk belang

De vraag rijst wat het nut van demonstratie-vliegen is. Daar kan een reeks van antwoorden op worden gegeven. Zo is het uit militair oogpunt van het grootste belang dat elke jachtvlieger het formatievliegen met de alle daarbij behorende kunstvluchten, zoals rolls, loops en dergelijke, tot in de kleinste details goed beheerst. Daar kan uiteindelijk, hoe vreemd dat op het eerste gezicht ook moge klinken, zijn leven wel eens van afhangen. Het is namelijk niet de eerste keer dat een vlieger, bijvoorbeeld gewond door een botsing met een vogel, door een kollega veilig naar de thuisbasis geloodst kon worden, dank zij het goed beheersen van het formatievliegen. Ook wordt er de vliegdiscipline mee aangekweekt, zoals het volgen van de leider. Het beheersen van het formatievliegen is ook heel belangrijk voor het tanken in de lucht. Deze paar voorbeelden laten zien waarom het formatievliegen zo'n essentieel onderdeel vormt van de militaire vliegopleiding.

Visitekaartje

Het formatievliegen dient niet alleen de vliegveiligheid, maar is ook uit militair oogpunt heel belangrijk. Voor de gevechtsvlieger is het formatievliegen onontbeerlijk om zijn taak in oorlogstijd naar behoren te kunnen uitvoeren. Hoe vervelend het ook moge klinken, legio voorbeelden uit de Tweede Wereldoorlog doen ons daaraan terugdenken. De ouderen onder de lezers zullen zich ongetwijfeld nog wel het eindeloze gedreun van zuigermotoren kunnen herinneren. Kijkend naar boven zagen zij dan al gauw hoog in de lucht, al dan niet vergezeld van kondensatiestrepen, grote of kleine formaties bommenwerpers en/of jagers op weg naar het strijdtoneel. Was dat aanvankelijk nog een



imponerend gezicht, al snel veranderden die formaties in schrikbeelden.
Dat dicht bij elkaar vliegen is bijzonder praktisch, omdat op die manier in een zo kort mogelijk tijdsbestek een zo groot mogelijk aantal vliegtuigen van het ene naar het andere punt te vliegen is. Wanneer dit bovendien heel snel plaatsvindt, krijgt de vijand theoretisch weinig kans om afdoende maatregelen te treffen. Daarmee wordt dan een nagenoeg ongestoorde overtocht verzekerd. Dit overvliegen kan in een gesloten formatie of gevechtsformatie gebeuren. In het eerste geval vliegen de toestellen vrij dicht bij elkaar, terwijl in het andere geval een wat grotere onderlinge afstand wordt aangehouden.
Hoewel we al even op het nut van het formatievliegen ter verhoging van de vliegveiligheid hebben gewezen, geeft het volgende voorbeeld er een beter idee over.
Ergens hoog boven ons land vliegen een paar toestellen op weg naar een gebied voor schietoefeningen. Op een gegeven moment merkt één van de vliegers dat zijn boordradio het niet meer doet. Pogingen om het apparaat aan de gang te krijgen lopen op niets uit en de vlieger heeft geen kontakt meer met zijn basis. Nu komt het er op aan dat de betrokken vlieger zijn kollega niet uit het oog verliest. Die kollega zal hem vanaf dat moment tot voor de baan van de dichtst bijzijnde basis moeten loodsen. Dat lukt alleen wanneer beide piloten het formatievliegen goed beheersen. Op zichzelf levert dit geen al te grote problemen op, als tenminste de weersomstandigheden meewerken. Heel wat moeilijker wordt het wanneer de vliegers met slecht zicht te kampen krijgen. Dan komen zij handen en voeten te kort om elkaar niet kwijt te raken. Dat geldt ook wanneer ze door wolkenformaties moeten vliegen. De enige oplossing is dan zo dicht mogelijk bij elkaar te blijven. Het zal duidelijk zijn dat het formatievliegen zuiver een militaire aangelegenheid is en niet, in tegenstelling tot wat menigeen vermoedt, bedreven wordt om het grote publiek gedurende vliegshows op sensationele kapriolen te onthalen. Dat men aan de andere kant graag in het openbaar optreedt is logisch. Uiteindelijk doet elke luchtmacht aan public relations. Een aerobatic team kan immers tot het beste visitekaartje van een luchtmacht gerekend worden, omdat het nu eenmaal een symbool van geoefendheid vormt. Ook de industrie vaart daar wel bij, omdat zij voor haar produkten immers geen betere reklame wensen kan.

Absoluut vertrouwen

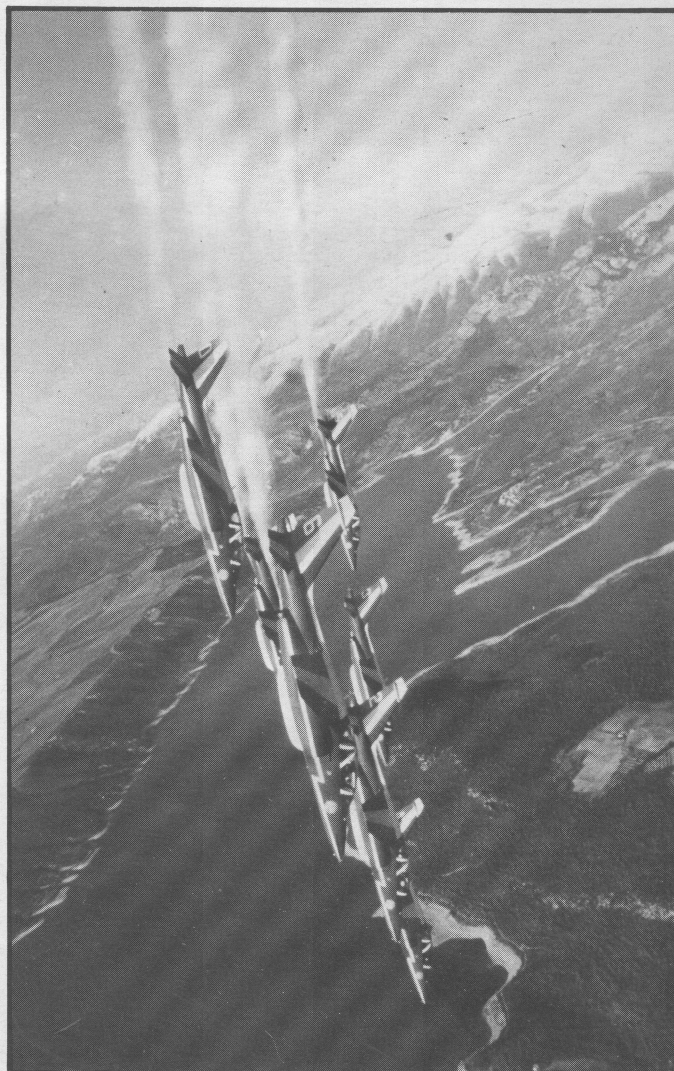
Ook al moet iedere militaire vlieger het formatievliegen beheersen, dat wil nog niet zeggen dat men zomaar een stel vliegers bijeenbrengt en dan een aerobatic team heeft. Zo eenvoudig is het nu ook weer niet. Alleen door met dezelfde vliegers dag in dag uit te oefenen kan die graad van bekwaamheid bereikt worden die nu eenmaal noodzakelijk is om met sukses kunstvluchten te kunnen uitvoeren. De teamleden moeten natuurlijk uit het goede "vliegershout" gesneden zijn. Bovendien moeten zij stuk voor stuk grondig bekend zijn met de eigenschappen van hun vliegtuig in alle mogelijke standen. Dit slaat vooral op de leider van het gezelschap, omdat hij immers in elke formatie de sleutelpositie inneemt. Daarnaast moeten de volgvliegers voortdurend op hun hoede zijn, aangezien zij elke verandering in snelheid tijdig moeten onderkennen. Uit-

◀ **De "Red Arrows" van de Britse luchtmacht in hun BAe Hawk straaltrainers in één van hun klassieke formaties.** Foto British Aerospace

De "Patrouille de France", het demonstratie-team van de Franse luchtmacht, in aktie. De Patrouille is uitgerust met de Alpha Jet. Foto SIRPA "AIR" ▶

Het demonstratievliegen speelt een wezenlijke rol in de opleiding van militaire vliegers. De techniek is onder andere nodig om in zeer nauwe formatie te kunnen vliegen, zoals negen F/A-18 Hornets toestellen van de Amerikaanse marine hier laten zien. Foto McDonnell Douglas





eindelijk moeten zij de positie vasthouden. Om dit te vergemakkelijken richten de toestellen zich onderling op elkaar. Hiermee raken we de kern van de zaak: door het toepassen van die methode moeten de vliegers blindelings vertrouwen in elkaar hebben. Daarvoor is noodzakelijk dat zij elkaars mogelijkheden en beperkingen grondig kennen. Alleen dan krijgt men een goede basis, waarop elk demonstratieteam zonder meer gestoeld moet zijn.

Vijf vingers aan één hand

Het zal nu niet meer zo verwonderlijk klinken dat het kunstvliegen al in de beginjaren van de militaire luchtvaart een geliefde bezigheid was. Duikt men in de



Voor het nieuwe seizoen kreeg de NF-5A solo-demonstratiemachine van de luchtmacht een nieuw jasje. Foto Koninklijke Luchtmacht

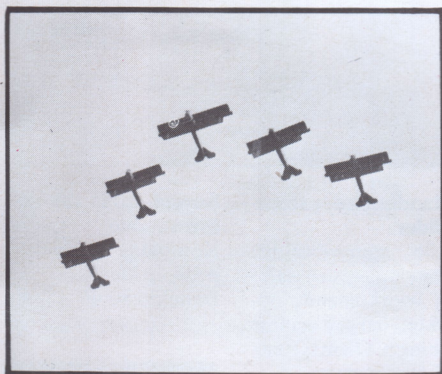


De "Patrouille de France" in een zeer spektakulaire aktie. Hoewel het publiek dit soort aktie vaak als riskant stuntwerk ziet, wordt elk risiko vermeden. Toch gebeuren er, vrijwel steeds door een menselijke fout, wel eens ongelukken. Foto SIRPA "AIR"

geschiedenis van de Nederlandse luchtvaart, dan komt men al na de Eerste Wereldoorlog de eerste spektakulaire verrichtingen tegen. Het ging toen met name om de escadrille Versteegh, een team dat ook in het buitenland bekendheid genoot. In 1923 werd het team zelfs door de Zweedse regering uitgenodigd in dat land mee te doen aan internationale vliegwedstrijden. De escadrille vloog met de Fokker D-VII jager en aangezien dat toestel maar een kleine aktieradius had, werd de trip naar Zweden in drie etappes uitgevoerd. De tweede dag werd tot Kopenhagen gevlogen. Vóór de landing werd daar eerst een nummertje formatievliegen weggegeven. Naar aanleiding daarvan schreef een Deense journalist dat de toestellen tijdens alle manoeuvres zo dicht bij elkaar bleven, dat ze net vijf vingers aan één hand waren. Vanaf dat moment sprak men niet meer over de escadrille van Versteegh, maar over "de vijf vingers aan één hand" of kortweg "de vijf vingers". In Gothenburg behaalde het team verscheidene prijzen. Belangrijker was dat de wereld getoond was tot welke graad van geoefendheid de Nederlandse vlieger in die dagen al werd opgeleid.

Nederlandse aktiviteiten nu

Helaas beschikt de luchtmacht momenteel niet meer over een demonstratieteam met vaste-vleugel-vliegtuigen. De hekkesluiter van de lange rij was de "Wiskey-Four '67". Dit team was afkomstig van de vliegbasis Eindhoven en bestond uit vliegers van het daar gestationeerde 314 Squadron. Het team bestaat niet meer, omdat het na een ongeval tijdens oefeningen door de luchtmachtleiding werd opgeheven. Of er ooit nog een demonstratieteam of een herleefd "Wiskey-Four" met F-16's komt, valt moeilijk te voorspellen. Toch heeft de luchtmacht wel demonstratiemogelijkheden.



◀ **De "Vijf vingers aan één hand" van de escadrille Versteegh. De toestellen waren van het type Fokker D-VII. We zien hier het vijftal in een V-formatie.** Foto Koninklijke Luchtmacht

Netjes opgestapeld trekken de Alouette III helikopters van "The Grasshoppers" voorbij aan het oog van de kameraman ergens boven het Nederlandse landschap. Foto Koninklijke Luchtmacht
▼

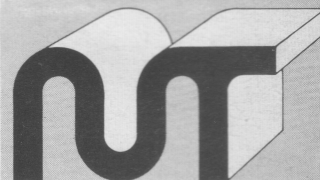


Om te beginnen beschikt de luchtmacht over een uitstekend nummertje solo-optreden, waarbij een NF-5A taktische jager het middelpunt vormt. Daarvoor is dit toestel in onze nationale driekleur gespoten, zodat over de herkomst van het land geen twijfel meer mogelijk is. Vervolgens kan men ook het optreden van de tweemotorige F27M Troopship in het vliegprogramma opgenomen zien. Wat de mannen van het 334 Transportsquadron van Soesterberg daarmee weten uit te halen, doet af en toe het bloed in de aderen stollen. Dit transportvliegtuig wordt namelijk bijna voorgevlogen alsof het een jager is. Aan hun show wordt nog eens een extra dimensie gegeven door op gezette tijden met witte rook te werken. Een dergelijke ondersteuning van de kunstvluchten moest men tot vorig jaar nog missen in het programma van het helikopter demonstratieteam "The Grasshoppers". Ook zonder rookslierten heeft dit team in het verleden voor opmerkelijke prestaties gezorgd. Zo sleepte het bijvoorbeeld tijdens vliegwedstrijden in 1981, gehouden in het Engelse Greenham Common, de eerste prijs weg op het onderdeel formatievliegen. Sinds kort kunnen "The Grasshoppers" met rook werken.

Voor het ontwikkelen van de rook is een tankje voor 25 liter dieselolie geïnstalleerd; een leiding loopt van dat tankje naar de motoruitlaat. Door olie in de hete uitlaatgassen te spuiten, ontstaat de mooie witte rook.

Het werken met rook is bij helikopters extra moeilijk omdat de rook in wervelingen gebracht kan worden door de rotorbladen. De kans is dan zeer reëel dat die wervelingen op een gegeven moment in de motor verdwijnen, met alle gevolgen van dien. Ook kunnen de volgvliegers er grote hinder van ondervinden, ofschoon zij natuurlijk het merendeel van het programma op de instrumenten vliegen. Met de rook erbij weten de vier Alouette III vliegers van Deelen het grote publiek op een nu nog boeiender show te onthalen dan voorheen al het geval was.

Lezersservice A&K



A&K-Winkel en voorlichting: Eemlandweg 5A , Huizen-NH.

BESTELLEN door overmaking van het verschuldigde op giro **636150** t.n.v. *Mens en Vrijetijd* te Huizen-Nh.

PRIJZEN zijn inklusief de verzendkosten. In Huizen afgehaald een korting van 10% op boeken.

BELGIË: bestellen door betaling via een internationaal postwissel of Eurocheque.

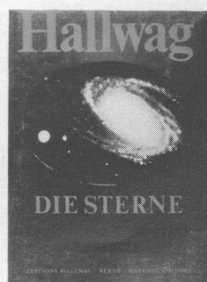
ADRES: Eemlandweg 5A te Huizen-Nh, 200 meter vanaf het busstation (boerderij hoek Industrieweg)

TELEFOON: 02152-58388

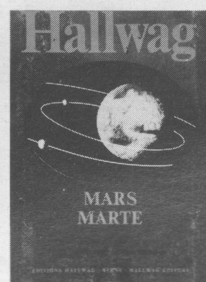
OPENINGSTIJDEN: Maandag t.e.m. vrijdag van 10 tot 16 uur, zaterdag van 10 tot 15 uur.

Vrijetijdsbesteding of hobbie: méér dan alleen maar het kopen van wat er voor nodig is!

Een van de doelstellingen van de stichtingen *Mens en Wetenschap* en *Mens en Vrijetijd* is, om de vrijetijdsbesteding - in de ruimste zin - te bevorderen en maximale voorlichting te geven over aan te schaffen instrumenten, apparatuur en literatuur. Tevens alle nazorg en hulp na het aankopen van instrumenten en apparatuur via *LEZERSSERVICE A&K*. *LEZERSSERVICE A&K* is er, omdat de partikuliere handel in de regel niet kan voldoen aan de eisen die gesteld mogen worden aan een goede, blijvende en deskundige voorlichting, nazorg en begeleiding van die specifieke vrijetijdsbesteding.



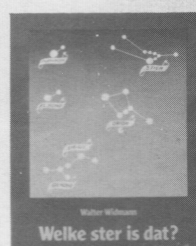
Hallwag sterrenkaart
Kleurenkaart 125x85 cm met viertalig boekje.
Bestelno.80-11 18,00



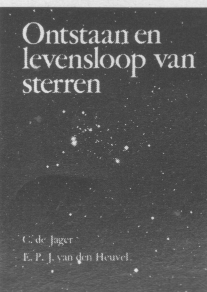
Vierkleurenkaart van Mars
Bestelno.80-12 18,00



Maankaart
Bestelno.80-13 18,00



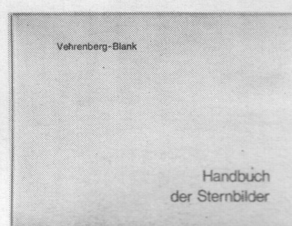
Welke ster is dat?
Handig, duidelijk, overzichtelijk en uitgebreid.
Bestelno.80-26 22,95



Ontstaan en levensloop van sterren
Informatie over de materie in de kosmos.
Bestelno.80-22 35,00



Elseviers gids van sterren en planeten
Herkennen, waarnemen, informatie.
Bestelno.77-44 39,50

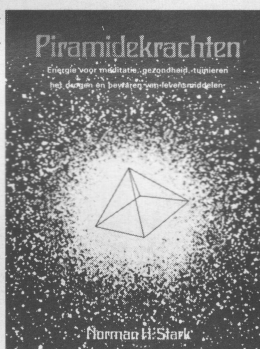


Handbuch der sternbilder
Alle sterrenbeelden met opgave van daarin voorkomende objekten om zelf waar te nemen. Onmisbaar bij waarnemen.
Bestelno.80-38 69,50



Sesam, atlas van de astronomie
Kompakte encyclopedie in kleur.
Bestelno.80-46 18,00

De piramide en de piramidekrachten ▸ ▸
Twee boekjes over de energieverschijnselen en het zelf experimenteren.
Bestelno.80-23 37,50







Mysterie van de piramiden
Een meesterwerk over alle onderzoek van de piramiden.
Bestelno.80-63 47,75



◁ **De komeet komt!**
De komeet van Halley is weer in aantocht. Alles over deze komeet, vroeger en nu.
Bestelno.80-61 32,00

Nieuw ☆

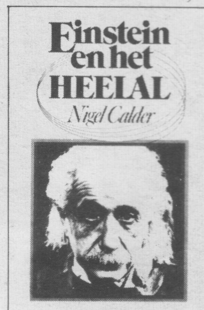
Groot Nieuws Bijbel
De Bijbel vertaald in omgangstaal en daardoor zeer goed leesbaar.
Bestelno.80-62 36,75

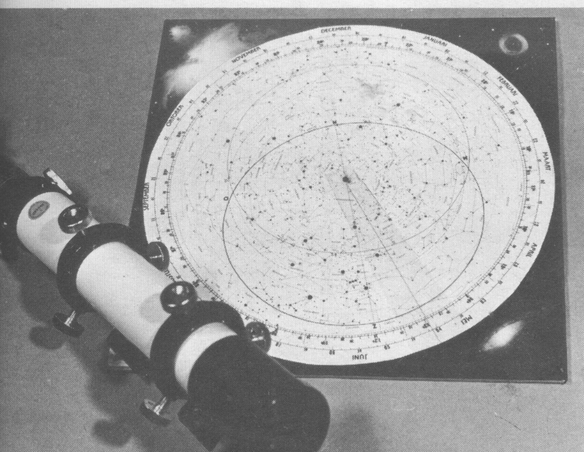




Natuurkunde van het Vrije Veld
Driedelig standaardwerk. Deel 1: Licht en kleur in het landschap. Deel 2: Geluid, warmte en elektriciteit. Deel 3: Rust en beweging,
Bestelno.76-33,-34 en - 35. 112,50.
Per deel 38,50

Einstein en het heelal
Relativiteitsleer, zwarte gaten. Zeer begrijpelijk beschreven.
Bestelno.80-50 27,75





Draaibare sterrenkaart

Grote, 30 cm, volwaardige draaibare sterrenkaart. Het draaibare bovendeel en de tongloper zijn van doorzichtige, stevige kunststof. De kaart is geheel in kleur en aangebracht op een stevige, watervaste ondergrond. Kompleet met duidelijke gebruiksaanwijzing.
De prijs voor deze prachtige kaart is uiterst laag gehouden en is slechts 39,50

Thieme's gids voor stenen en mineralen
Groot standaardwerk, 600 foto's.
Bestelno.80-14 64,50

Geologie
De geschiedenis van de Aarde, bouw en ontwikkeling.
Bestelno.80-01 64,50

Elseviers zwerfstenengids
Onmisbaar bij het zoeken in het vrije veld.
Bestelno.80-16 42,50

Mineralen en gesteenten
De belangrijkste mineralen en gesteenten determineren aan de hand van kleurenfoto's.
Bestelno.80-40 18,50

Mooie stenen
120 mineralen in kleur.
Bestelno.80-39 15,95

Fatale wereldrampen
De Aarde kan door allerlei rampen getroffen worden; zijn de gevaren reëel?
Bestelno.80-66 37,75

De wonderwereld van het mikroskoop
Handleiding voor de mikroskopie.
Bestelno.78-84 8,95

Zelf stenen slijpen
Zelf sierstenen slijpen en polijsten.
Bestelno.80-43 27,95

Gepolariseerd licht in de natuur
Gids over licht en polarisatie
Bestelno.80-25 54,00

NAALDBAND
Uitgevoerd in natuurlinnen.
Bestelno.NLD 16,00

Popol Vuh
Bijbel en scheppingsverhaal van de Maya's.
Bestelno.77-59 39,75

Werelden in botsing
Over de katastrofes in het verleden van de Aarde.
Bestelno.78-60 39,75

Boemerangs
Zelf maken en werptechniek, met vele voorbeelden.
Bestelno.80-33 16,50

Verzamelen, drogen, verwerken van materialen uit de natuur
Een doe-boek voor het hele jaar.
Bestelno.80-64 32,65

Video handboek
Alles over video-kamera's en het werken ermee.
Bestelno.80-65 42,65

Handboek zwart-wit fotografie
Alle informatie over techniek en verwerking.
Bestelno.78-54 -46,00

Handboek voor de donkere kamer
Volledige informatie over alle aspekten, technieken, enz.
Bestelno.80-34 44,00

Perfekte naaktfotografie
Over kompositie, vorm, kleur en techniek
Bestelno.80-52 63,00

Spiegel-telelens, model 8/500

Wereldvermaarde optische kwaliteit tesamen met hoogwaardige, metalen uitvoering. Een telelens van 500 mm, zowel uitstekend geschikt voor aards gebruik als voor hemelfotografie. Standaard P-draaduitvoering. Met dubbele statiefaanpassing en stofkap.
PLUS extra vier filters: rood, groen, grijs en UV. En: ook nog als teleskoop te gebruiken door speciale aanpas-adapter. Zelfs okulairprojektie is dan mogelijk.
De prijs is slechts 635,-.
Aanpasring voor ieder kameratype 32,50. Adapter waarmee telelens teleskoop wordt 35,-.

Spiegel-telelens, model 10/1100

Deze supertelelens van 1100 mm brandpunt is als kombinatie telelens-teleskoop werkelijk uniek! Met dubbele statiefaanpassing, P-draad uitvoering (alle typen kamera's zijn aansluitbaar via speciale ringen). PLUS weer de extra's: een rood, een groen en een UV filter. Tevens een stalen stofdeksel.
Een even unieke prijs: slechts 895,-.
Aanpasring kamera 32,50. Adapter waardoor telelens een teleskoop wordt 35,00 en voor het bijbehorende zenitprisma 45,00. Verkrijgbare okulairen 49,50 (K20 voor 55x, K25 voor 44x en K30 voor 37x).

Giftige planten, giftige dieren
Handige informatie om te weten.
Bestelno.80-48 19,50

Water, waterplanten en waterdieren
Zakboek voor natuurvrienden.
Bestelno.80-47 12,00